Buku Teks
Bahan Ajar Siswa

KURIKULUM 2013

Paket Keahlian: Kimia Analis

Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia







KELAS
X
SEMESTER 2

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045)

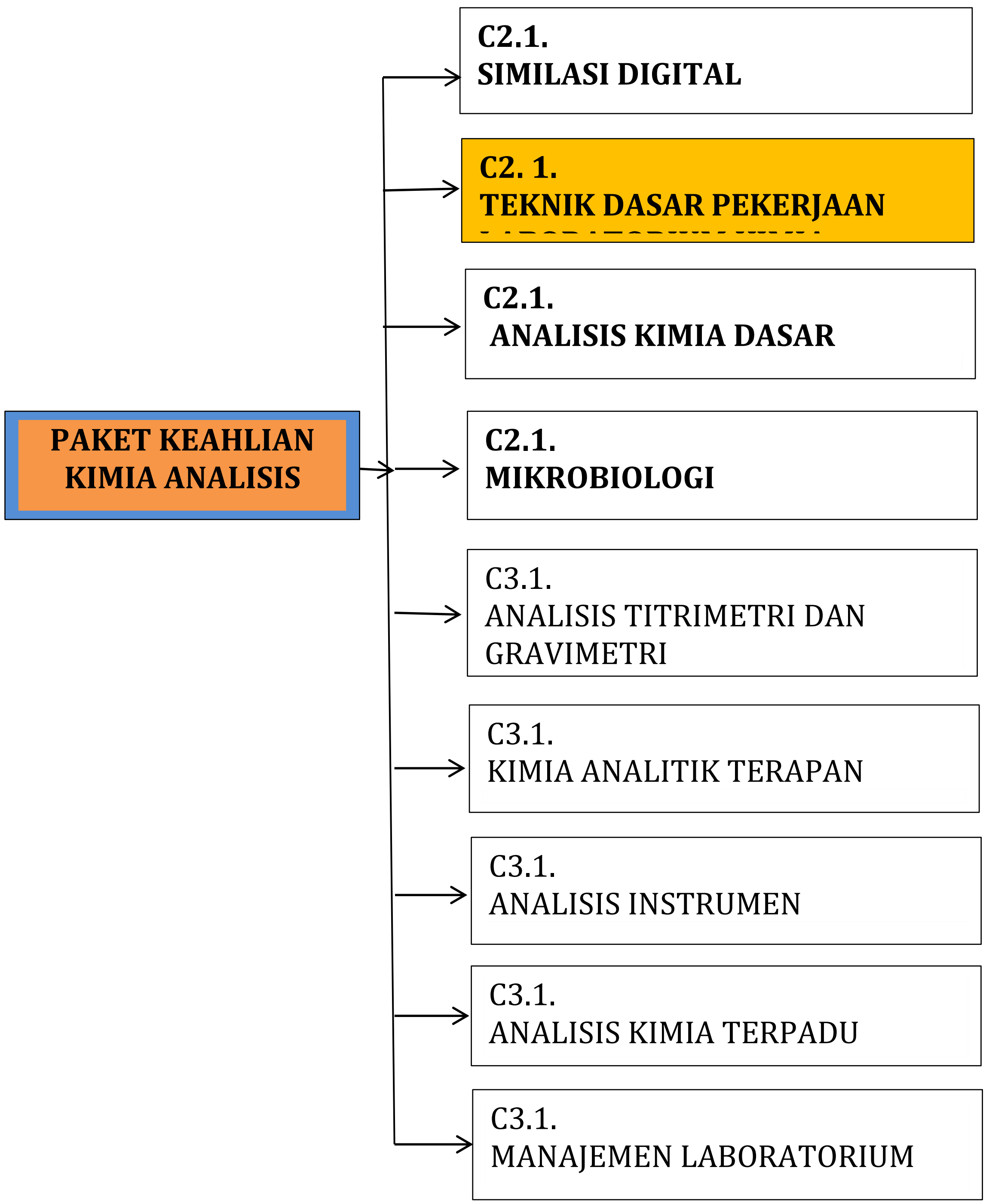
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BUKU TEKS BAHAN AJAR

PAKET KEAHLIAN KIMIA ANALIS



Keterangan :

= Buku Teks Bahan Ajar Siswa yang sedang Dipelajari

GLOSARIUM

Absorbsi	:	Proses pemisahan bahan dari suatu campuran gas dengan cara pengikatan bahan tersebut pada permukaan absorben cair yang diikuti dengan pelarutan
Absorpsi	:	Suatu fenomena fisik atau kimiawi atau suatu proses sewaktu atom, molekul, atau ion memasuki suatu fase limbak (bulk) lain yang bisa berupa gas, cairan, ataupun padatan
Adsorpsi	:	Proses penggumpalan substansi terlarut yang terdapat dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya
Akurasi	:	Berkaitan dengan ketepatan, hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya
Anak timbangan	:	Suatu bahan yang biasa digunakan dalam kalibrasi neraca analitik dengan bobot yang sudah diketahui
Analit	:	Sebuah zat yang diukur di laboratorium; zat kimia yang diuji pada sampel
Angka penting	:	Angka-angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran
Asam kuat	:	Asam yang terionisasi 100% dalam air
Asam lemah	:	Asam yang tidak terionisasi secara signifikan

dalam larutan

Basa kuat	:	Jenis senyawa sederhana yang dapat mendeprotonasi asam sangat lemah di dalam reaksi asam-basa
Basa lemah	:	Larutan basa tidak berubah seluruhnya menjadi ion hidroksida dalam larutan
Bioaugmentasi	:	Mikroorganisme yang dapat membantu membersihkan kontaminan tertentu ditambahkan ke dalam media air atau tanah yang tercemar
Bioremediasi	:	Memanfaatkan aktivitas mikroorganisme bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air)
Biostimulasi	:	Penambahkan nutrien dalam bentuk cair atau gas ke dalam air atau tanah yang tercemar untuk aktivitas bakteri remediasi yang telah ada di dalam air atau tanah
Blanko	:	Larutan yang tidak berisi analit
Bulky	:	Besar yang cenderung memberi kesan padat dan penuh atau "makan tempat"
Chemical conditioning	:	Salah satu teknik penerapan penanganan limbah B3 dengan memanfaatkan beberapa metode secara kimia untuk mengkondisikan limbah beracun agar tidak membahayakan lingkungannya
Chemical sludge	:	Limbah yang dihasilkan dari proses koagulasi dan flokulasi

Detoxification	:	Proses mengubah suatu senyawa beracun menjadi senyawa lain yang tingkat toksisitasnya lebih rendah atau bahkan hilang sama sekali.
Dialisa	:	Proses perpindahan molekul terlarut dari suatu campuran larutan yang terjadi akibat difusi pada membran semipermeabel
Digested sludge	:	Limbah yang berasal dari pengolahan biologi dengan digested aerobik maupun anaerobic di mana padatan/lumpur yang dihasilkan cukup stabil dan banyak mengandung padatan organik
Disgetion	:	Proses hydrolysis air dimana semua enzim akan ditambah dengan air untuk membentuk molekul lebih kecil
Eksplosif	:	Bahan yang pada suhu dan tekanan standar (25^0C, 760 mmhg) dapat meledak atau melalui reaksi kimia dan atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitarnya
Ekuivalen	:	Mempunyai nilai (ukuran, arti, atau efek) yg sama; seharga; sebanding; sepadan
Elektrolisasi	:	Proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektrode dan larutan elektrolit
Evolusi	:	Proses perubahan secara berangsur-angsur (bertingkat) dimana sesuatu berubah menjadi bentuk lain (yang biasanya) menjadi lebih kompleks/ rumit

		ataupun berubah menjadi bentuk yang lebih baik
Excess activated sludge	:	Limbah yang berasal dari proses pengolahan dengan lumpur aktif sehingga banyak mengandung padatan organik berupa lumpur dari hasil proses tersebut
Filtrasi	:	Pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, yang di atasnya padatan akan terendapkan
Fitoremediasi	:	Penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik.
Floatasi	:	Proses separasi (pemisahan) antara mineral yang berharga dan pengotornya (gangue) dengan memanfaatkan sifat kimia fisik dari permukaan partikel mineral
Flokulasi	:	Pengadukan lambat agar campuran koagulan dan air baku yang telah merata membentuk gumpalan atau flok dan dapat mengendap dengan cepat. .
Higroskopis	:	Sifatzat menyerap molekul air dari lingkungannya baik absorbsi atau adsorpsi
Incineration	:	Teknologi pembakaran yang digunakan dalam penanganan limbah menggunakan suhu tinggi mencapai $1000^{0}C$ untuk mengurangi volume dan massa limbah hingga sekitar 90% (volume) dan 75% (berat).

Indikator	:	Zat yang dapat digunakan untuk menunjukkan sifat atau keberadaan suatu zat melalui perubahan warnanya yang khas
Infeksius	:	Suatu bahan yang mengandung cemaran bibit penyakit yang membahayakan manusia karena adanya mikroorganisme, atau sel penyakit yang mudah menular
Inokulasi	:	Penanaman mikroorganisme di dalam media tertentu yang telah dipersiapkan baik dengan penambahan nutrisi maupun tidak
Kalibrasi	:	Proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya
Koloid	:	Campuran heterogen antara dua zat atau lebih di mana partikel-partikel zat yang berukuran koloid, tersebar merata dalam zat lain.
Kopresipitasi	:	Kontaminasi endapan oleh zat lain yang larut dalam pelarut
Korosif	:	Bahan kimia yang bersifat asam atau basa yang dapat menyebabkan iritasi (luka bakar) pada kulit, atau menyebabkan pengkaratan pada besi
Kristalisasi	:	Pembentukan bahan padat (kristal) dari pengendapanlarutan atau melt (campuran leleh), atau pengendapan langsung dari gas
Lindi	:	Substansi cairan yang dihasilkan dalam proses pembusukan sampah

Microencapsulation	:	Proses yang mirip macroencapsulation tetapi bahan pencemar terbungkus secara fisik dalam struktur kristal pada tingkat mikroskopik
Netralisasi	:	Proses pengkondisian derajat keasaman suatu bahan pada ph netral dengan penambahan asam atau basa
Normalitas	:	Satuan konsentrasi yang sudah memperhitungkan kation atau anion yang dikandung sebuah larutan.
Nukleasi	:	Hasil dari status metastabil yang terjadi setelah supersaturasi akibat dari pemisahan zat pelarut atau penurunan suhu larutan
Oksidasi	:	Pelepasan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion
Pirolisa	:	Dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Macroencapsulation proses dimana bahan berbahaya dalam limbah dibungkus dalam matriks struktur yang besar
Primary sludge	:	Limbah yang berasal dari tangki sedimentasi pada pemisahan awal dan banyak mengandung biomassa senyawa organik yang stabil dan mudah menguap.
Reversible	:	Suatu reaksi kimia yang berlangsung dua arah, yaitu produk dapat membentuk reaktan kembali
Sedimentasi	:	Suatu proses pengendapan material yang ditransport oleh suatu media tertentu

Sentrifugasi	:	Proses yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk sedimentasi campuran dengan menggunakan mesin sentrifuga atau pemusing
Simpangan baku	:	Standar deviasi (simpangan baku) adalah ukuran-ukuran keragaman (variasi) data statistik yang paling sering digunakan
Solidifikasi	:	Proses pemadatan suatu bahan berbahaya dengan penambahan aditif
Stabilisasi	:	Proses pencampuran limbah dengan bahan tambahan (aditif) dengan tujuan menurunkan laju migrasi bahan pencemar dari limbah serta untuk mengurangi toksisitas limbah tersebut.
Titrant	:	Suatu zat yang akan ditentukan konsentrasinya dan biasanya diletakkan di dalam labu Erlenmeyer
Titrasi	:	Prosedur analitis kuantitatif dengan mengukur jumlah larutan yang diperlukan untuk bereaksi tepat sama dengan larutan lain
Titrat	:	Bahan atau larutan yang akan dititrasi dengan larutan kimia agar berlangsungnya suatu reaksi dapat diamati dengan jelas menggunakan indikator perubahan warna
Toxin	:	Bahan kimia yang bersifat racun bagi manusia atau lingkungan yang dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk kedalam tubuh melalui pernapasan, kulit, atau mulut.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Mata Pelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium adalah ilmu yang mempelajari tentang pengetahuan dan keterampilan dasar tentang berlaboratorium, agar pesera didik dapat menguasai teknik-teknik dasar dalam menangani alat dan bahan, serta teknik dasar bekerja di laboratorium.

Mata pelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium di semester 2 meliputi kompetensi dasar: pengoperasian alat timbangan dengan neraca analitik; penanganan limbah B3 dan non B3; analisis titrimetri dan gravimetri sederhana.

B. Prasyarat

Sebelum mempelajari buku teks ini Anda harus sudah memiliki kemampuan :

1. Menerapkan Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) dalam kegiatan laboratorium
2. Menerapkan prinsip kerja peralatan dalam penggunaan peralatan dasar laboratorium (alat-alat gelas dan non gelas)
3. Menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan dalam penggunaan sumber daya listrik
4. Menerapkan prinsip kerja peralatan dan karakteristik jenis kebakaran dalam prosedur penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

C. Petunjuk Penggunaan

Modul ini merupakan buku untuk mencapai kompetensi dasar menyangkut kegiatan Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium semester 2.

Petunjuk bagi Peserta Didik

1. Baca dan pelajari isi buku dengan baik dan berurutan, tahap demi tahap.

2. Catat hal-hal yang belum dipahami dan diskusikan dengan guru.
3. Kerjakan tugas-tugas yang terdapat dalam buku ini. Sediakan buku khusus untuk mencatat hasil–hasilnya.
4. Identifikasi semua bahan dan perlengkapan yang akan digunakan. Jika ada yang tidak tersedia di tempat belajar, cari informasi tentang tempat dan cara untuk mendapatkannya.
5. Kerjakan lembar kerja sesuai yang ditugaskan oleh guru. Catat setiap hasil kerja yang diperoleh dan laporkan kepada guru.
6. Guru akan bertindak sebagai fasilitator, motivator dan organisator dalam kegiatan pembelajaran ini.

Peran Guru :

1. Membantu peserta didik dalam memahami konsep dan praktik serta menjawab pertanyaan peserta didik mengenai proses belajar siswa.
2. Membimbing peserta didik melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
3. Membantu peserta didik untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
4. Menentukan kegiatan praktik mana yang akan dilaksanakan dengan mempertimbangkan fasilitas dan bahan yang ada.
5. Kegiatan praktik dapat diulang sesuai kebutuhan pencapaian kompetensi peserta didik.
6. Mengorganisasikan kerja kelompok jika diperlukan.
7. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya.
8. Melaksanakan penilaian.
9. Menjelaskan kepada peserta didik tentang sikap, pengetahuan dan keterampilan dari suatu kompetensi, yang belum memenuhi tingkat kelulusan dan perlu untuk remedial.
10. Mencatat pencapaian kemajuan peserta didik.

D. Tujuan Akhir

Mata pelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium bertujuan untuk:

1. Meyakini anugerah Tuhan pada pembelajaran teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia
2. Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium
3. Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil dari pembelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium
4. Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium kimia sebagai hasil dari pembelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium
5. Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari pembelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium
6. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi;
7. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;
8. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain;
9. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;
10. Mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip Teknik Dasar Pekerjaan

Laboratorium untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaian masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif;

11. Menguasai konsep dan prinsip Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal kesempatan untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

E. KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR

Kompetensi Inti dan Kompetensi dasar pada mata pelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium pada semester dua sebagai berikut:

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Meyakini anugerah Tuhan pada pembelajaran teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH), identifikasi jenis-jenis alat skala ukur, identifikasi jenis-jenis alat gelas dan non gelas, identifikasi karakteristik alat-alat kelistrikan, identifikasi karakteristik alat-alat pembakar, alat timbangan dengan neraca analitis, penanganan limbah B3 dan non B3, analisis titrimetri dan gravimetri sederhana. 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil dari pembelajaran Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH), identifikasi jenis-jenis alat gelas dan non gelas, identifikasi karakteristik alat-alat kelistrikan, identifikasi

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	karakteristik alat-alat pembakar, alat timbangan dengan neraca analitis, penanganan limbah B3 dan non B3, analisis titrimetri dan gravimetri sederhana
	2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium kimia sebagai hasil dari pembelajaran Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH), identifikasi jenis-jenis alat gelas dan non gelas, identifikasi karakteristik alat-alat kelistrikan, identifikasi karakteristik alat-alat pembakar, alat timbangan dengan neraca analitis, analisis titrimetri dan gravimetri sederhana 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari pembelajaran Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH), identifikasi jenis-jenis alat gelas dan non gelas, identifikasi karakteristik alat-alat kelistrikan, identifikasi karakteristik alat-alat pembakar, alat timbangan dengan neraca analitis, penanganan limbah B3 dan non B3, analisis titrimetri dan gravimetri sederhana
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan	3.1 Menerapkan Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) dalam kegiatan laboratorium 3.2 Menerapkan prinsip kerja peralatan dalam penggunaan peralatan dasar laboratorium (alat-alat gelas dan non gelas) 3.3 Menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan dalam penggunaan sumber daya listrik 3.4 Menerapkan prinsip kerja peralatan

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
masalah.	dan karakteristik jenis kebakaran dalam prosedur penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) 3.5 Menerapkan prinsip kerja per-alatan dalam teknik penimbangan dengan neraca analitis 3.6 Menerapkan sifat dan karakteristik limbah dalam penanganan limbah B3 dan non B3 3.7 Menerapkan konsep dan prinsip titrasi dalam proses titrimetri sederhana. 3.8 Menerapkan prinsip kerja dan kaidah peralatan dalam analisis gravimetri sederhana.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Melaksanakan Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) 4.2 Melaksanakan identifikasi peralatan dasar (alat-alat gelas dan non gelas) laboratorium 4.3 Mengoperasikan sumber daya listrik 4.4 Mengoperasikan Alat Pemadam Api Ringan 4.5 Mengoperasikan alat timbangan dengan neraca analitis 4.6 Melaksanakan penanganan limbah B3 dan non B3 4.7 Melaksanakan analisis titrimetri sederhana 4.8 Melaksanakan analisis gravimetri sederhana

F. CEK KEMAMPUAN AWAL

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberi tanda "√" pada kolom "sudah" atau "belum"

No	Pertanyaan	Sudah	Belum
	A. Pengoperasian Timbangan Neraca Analitik		
1.	Apakah anda sudah memahami prinsip kerja timbangan dengan neraca analitik		
2.	Apakah anda sudah mengenal jenis-jenis timbangan		
3.	Apakah anda sudah memahami fungsi neraca analitik		
4.	Apakah anda sudah memahami persyaratan neraca yang baik		
5.	Apakah anda sudah memahami syarat-syarat menimbang.		
6.	Apakah anda sudah memahami perbedaan neraca mekanik dengan neraca analitik		
7.	Apakah anda sudah memahami ketelitian neraca		
8.	Apakah anda sudah memahami kelebihan dan kekurangan neraca analitik		
9.	Apakah anda sudah memahami perawatan dan kalibrasi neraca analitik		
10.	Apakah anda sudah memahami teknik penggunaan neraca analitik		
	B. Penanganan limbah B3 dan non B3		
11.	Apakah anda sudah memahami pengertian		

No	Pertanyaan	Sudah	Belum
	B3 dan non B3		
12.	Apakah anda sudah memahami konsep dan prinsip penanganan limbah B3 dan non B3		
13.	Apakah anda sudah memahami tujuan penanganan limbah B3 dan non B3		
14.	Apakah anda sudah mengidentifikasi dan karakterisasi limbah B3 dan non B3		
15.	Apakah anda sudah memahami persyaratan penanganan limbah B3		
16.	Apakah anda sudah memahami pengolahan limbah B3		
17.	Apakah anda sudah memahami metode penanganan limbah B3		
18.	Apakah anda sudah memahami penerapan sistem pengolahan limbah B3		
19.	Apakah anda sudah memahami sistem pengeloaan sampah		
20.	Apakah anda sudah memahami jenis-jenis sampah		
21.	Apakah anda sudah memahami metoda pengolahan sampah		
	3. Analisis Titrimetri Secara Sederhana		
22.	Apakah anda sudah memahami prinsip analisis titrimetri secara sederhana		
23.	Apakah anda sudah memahami jenis analisis titrimetri		
24.	Apakah anda sudah memahami jenis alat yang digunakan untuk analisis titrimetri		

No	Pertanyaan	Sudah	Belum
25.	Apakah anda sudah memahami teknik analisis titrimetri secara sederhana		
26.	Apakah anda sudah memahami penyiapan sampel untuk analisis titrimetri		
27.	Apakah anda sudah memahami pengolahan data hasil analisis titrimetri		
	4. Analisis Gravimetri Secara Sederhana		
28.	Apakah anda sudah memahami prinsip analisis gravimetri secara sederhana		
29.	Apakah anda sudah memahami jenis-jenis analisis gravimetri		
30.	Apakah anda sudah memahami jenis alat yang digunakan untuk analisis gravimetri		
31.	Apakah anda sudah memahami teknik analisis gravimetri secara sederhana		
32.	Apakah anda sudah memahami penyiapan sampel untuk analisis gravimetri		
33.	Apakah anda sudah memahami pengolahan data hasil analisis gravimetri		

Keterangan :

1. Apabila jawaban “sudah” minimal 20 item (lebih dari 70%), maka anda sudah bisa langsung mengerjakan evaluasi.
2. Apabila jawaban “sudah” kurang dari 20 (kurang dari 70%), maka anda harus mempelajari buku teks terlebih dahulu.

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1: Teknik Penimbangan dengan Neraca Analitik

A. Deskripsi

Teknik Penimbangan dengan Neraca Analitik merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia untuk peserta didik SMK program keahlian Teknik Kimia pada paket dasar keahlian Kimia Analisis dan Kimia Industri. Pembelajaran ini meliputi prinsip, tujuan, kosep metode/teknik, pengoperasian, dan kalibarasi timbangan analitik. Proses pembelajaran yang dilakukan menggunakan pendekatan saintifik, yaitu meliputi mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan sampai menyimpulkan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta In Focus. Penilaian yang dilakukan untuk pencapaian penguasaan kompetensi dasar peserta didik meliputi sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, peserta didik mampu:

1. Menerapkan prinsip kerja peralatan dalam teknik penimbangan dengan neraca analitik
2. Mengoperasikan alat timbangan dengan neraca analitik.

2. Uraian Materi

a. Prinsip Timbangan

Prinsip kerja dan fungsi alat-alat laboratorium harus diketahui, agar tidak terjadi kesalahan saat praktikum dengan pemakaian alat–alat laboratorium. Selain itu keselamatan dari alat–alat laboratorium harus diperhatikan agar terjaga kualitasnya. Banyak sekali alat ukur yang diciptakan manusia baik yang tradisional maupun yang sudah menjadi produk teknologi modern. Salah satu contohnya alat ukur besaran massa seperti neraca atau timbangan. Menimbang benda adalah menimbang sesuatu yang tidak memerlukan tempat dan biasanya tidak dipergunakan pada reaksi kimia, seperti menimbang cawan, gelas kimia dan lain-lain. Menimbang zat adalah menimbang zat kimia yang dipergunakan untuk membuat larutan atau akan direaksikan. Jenis alat timbangan di laboratorium berbeda-beda, tetapi yang penting adalah timbangan yang dapat digunakan untuk menimbang sampai satuan yang sangat kecil (Hendaryono 1994).

Pengertian neraca secara umum adalah suatu alat timbang yang digunakan untuk menimbang suatu zat, benda, bahan, atau unsur dengan skala tertentu, sedangkan pengertian secara khusus neraca adalah sebuah alat yang terdiri dari besi, kuningan, logam, yang terdapat jarum penunjuk, skala, tombol pengatur, yang digunakan untuk menimbang, menghitung, dan mengetahui besar sebuah berat suatu barang atau zat dalam ukuran kecil (Marthen 2006). Menimbang merupakan suatu tahap yang paling penting dalam analisis kuantitatif yang sering dilakukan di laboratorium kimia. Berikut ini Tabel 1. Jenis dan fungsi neraca.

Tabel 1. Jenis dan fungsi neraca

No	Jenis neraca	Daya muat maksimum	Kepekaan
1.	Neraca teknis	1 Kg	10 – 100 mg
2.	Neraca analitis	150 – 250 g	0,1 mg
3.	Neraca semi mikro	50 – 100 g	0,01 mg
4.	Neraca mikro	10 – 30 g	0,001 mg

Daya muat maksimum suatu neraca adalah beban maksimum yang boleh ditimbang. Bila penimbangan dilakukan melebihi daya muat maksium, penimbangan akan menghasilkan penyimpangan atau kesalahan karena berubahnya kepekaan dan ketepatan neraca yang disebabkan oleh melengkungnya neraca atau rusaknya pisau-pisau.

Kepekaan suatu neraca adalah berat atau perubahan berat yang terkecil yang masih dapat diamati dengan neraca tersebut. Kepekaan neraca tergantung pada letak titik berat, panjang lengan, beban berat dan ketajaman pisau-pisaunya.Neraca yang umum digunakan di laboratorium kimia adalah neraca teknis dan neraca analistik.

Persyaratan neraca yang baik adalah sebagai berikut:

- Neraca harus mempunyai ketelitian yang baik
- Neraca harus stabil
- Neraca harus peka

Syarat-syarat menimbang adalah sebagai berikut:

- Neraca harus diletakkan secara mendatar di atas meja yang tidak dapat bergetar, tidak langsung terkena cahaya matahari, tidak dekat dengan sumber panas dan harus bebas dari bahan yang mudah menguap dan korosif.
- Bila neraca tidak dalam keadaan terpakai, neraca harus dalam keadaan ’terkunci’. Dalam hal ini untuk neraca sederhana, pisau-pisau akan

terangkat dari landasannya untuk menghindari rusaknya pisau-pisau bila terjadi perubahan secara tiba-tiba seperti penambahan beban, penggerseran neraca dan lain-lain.

- Penimbangan dilakukan dalam keadaan tertutup, manipulasi menimbang dilakukan melalui jendela samping.
- Menimbang zat sebaiknya dalam botol timbang (untuk zat yang dapat mengalami perubahan di udara), zat yang stabil dapat ditimbang di atas kaca arloji atau kertas timbang
- Menimbang tidak melebihi daya muat maksimum
- Neraca tidak terkotori saat penimbangan
- Jika dilakukan pengelapan neraca, penimbangan harus ditangguhkan beberapa saat untuk menghilangkan muatan listrik dan dapat menerima kembali lapisan/kulit air
- Bila suhu benda berbeda dengan suhu di sekitar neraca, tunda penimbangan sampai suhu sesuai
- Setelah selesai menimbang, kembalikan dalam keadaan nol

Kegiatan 1 :

1. Berkaitan dengan materi teknik penimbangan, anda ditugasi untuk mencari informasi tentang jenis-jenis timbangan yang sering dipakai di toko/di pasar, di laboratoium, di rumah sakit, di rumah, dan lain-lain. Amati semua jenis timbangan yang digunakan dan catat nama jenis timbangan tersebut. Diskusikan hasil pengamatannya dengan teman kelompok anda, dan bandingkan dengan teman yang lain!
2. Pilihlah 5 (lima) benda di sekitar anda! Ukurlah massa benda-benda tersebut! Catatlah hasilnya! Minta teman anda untuk melakukan hal yang sama! Apakah hasilnya sama? Diskusikan hasil pengamtan tersebut dan presentasikan setiap kelompok di depan kelas!

b. Jenis Dan Fungsi Timbangan

Timbangan adalah alat yang diperuntukan atau dipakai bagi pengukuran massa atau penimbangan (Atmojo 2011). Timbangan dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori berdasarkan klasifikasinya. Jika dilihat dari cara kerjanya, jenis timbangan dapat dibedakan atas:

- Timbangan Manual, yaitu jenis timbangan yang bekerja secara mekanis dengan sistem pegas. Biasanya jenis timbangan ini menggunakan indikator berupa jarum sebagai penunjuk ukuran massa yang telah terskala.
- Timbangan Digital, yaitu jenis timbangan yang bekerja secara elektronik dengan tenaga listrik. Umumnya timbangan ini menggunakan arus lemah dan indikatornya berupa angka digital pada layar bacaan.
- Timbangan Hybrid, yaitu timbangan yang cara kerjanya merupakan perpaduan antara timbangan manual dan digital. Timbangan Hybrid ini biasa digunakan untuk lokasi penimbangan yang tidak ada aliran listrik. Timbangan Hybrid menggunakan display digital tetapi bagian paltform menggunakan plat mekanik

Sedangkan berdasarkan penggunaannya, timbangan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

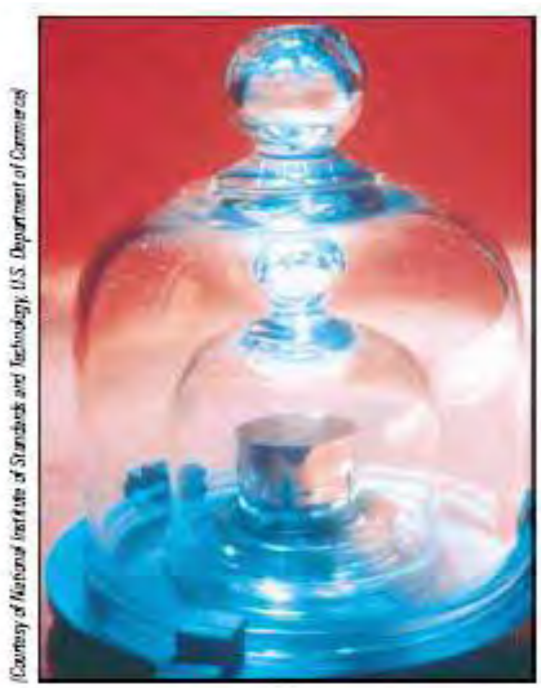
- Timbangan Badan, yaitu timbangan yang digunakan untuk mengukur berat badan. Contoh timbangan ini adalah : timbangan bayi, timbangan badan anak dan dewasa, timbangan badan digital.
- Timbangan Gantung, yaitu timbangan yang diletakkan menggantung dan bekerja dengan prinsip tuas.
- Timbangan Lantai, yaitu timbangan yang diletakkan di permukaan lantai. Biasanya digunakan untuk mengukur benda yang bervolume besar.
- Timbangan Duduk, yaitu timbangan dimana benda yang ditimbang dalam keadaan duduk atau sering kita ketahui Platform Scale.

- Timbangan Meja, yaitu imbangan yang biasanya digunakan di meja dan rata-rata timbangan meja ini adalah Timbangan Digital.
- Timbangan Counting, yaitu timbangan hitung yang biasa digunakan untuk menimbang barang yang berjumlah, jadi barang bisa timbangan persatuan sebagai contoh timbangan counting ini sering digunakan untuk menimbang baut, mur, Spare part mobil dan sebagainya.
- Timbangan Platform, yaitu timbangan yang memiliki tingkat kepricisian lebih tinggi dari timbangan lantai, timbangan Paltform merupakan solusi dalam penimbangan di berbagai industri baik industri retail maupun manufacturing.
- Timbangan Hewan/Ternak, yaitu jenis timbangan yang digunakan untuk menimbang hewan baik sapi, kerbau maupun kambing serta sejenisnya.
- Timbangan Emas, yaitu jenis timbangan yang memiliki akurasi tinggi untuk mengukur massa emas (logam mulia).

Didalam menimbang perlu ada sebuah alat yang dapat mengukur berat ataupun massa benda yang ingin diukur secara teliti, apalagi untuk menimbang zat-zat yang harus tepat jumlahnya. Massa adalah banyaknya zat yang terkandung di dalam suatu benda. Satuan SI-nya adalah kilogram (kg). Sedangkan berat adalah besarnya gaya yang dialami benda akibat gaya tarik bumi pada benda tersebut. Satuan SI-nya adalah Newton (N). Untuk mengukur massa benda dapat digunakan neraca atau timbangan (Sudarmadji 2005).

Standar untuk satuan massa adalah sebuah silinder platinumiridium yang disimpan di lembaga Berat dan Ukuran Internasional dan berdasarkan perjanjian Internasional disebut sebagai massa sebesar satu kilogram, yang disimpan di Sevres, Perancis. Standar sekunder dikirimkan ke laboratorium standar diberbagai negara dan massa dari benda-benda lain dapat ditentukan dengan menggunakan neraca berlengan-sama dengan ketelitian 2 bagian dalam 10^8. Satuan-satuan lain, misalnya: gram (g), miligram (mg),

dan ons untuk massa-massa yang kecil; ton (t) dan kuintal (kw) untuk massa yang besar. Turunan standar massa internasional untuk Amerika Serikat dikenal dengan Kilogram prototip No.20, ditempatkan dalam suatu kubah di Lembaga Standar Nasional, seperti terlihat pada Gambar 1.



(a)

Gambar 1. Kilogram standar No.20
yang disimpan di Lembaga StandarNasional Amerika Serikat.
Kilogram standar berupa silinder platinum,disimpan di bawah dua kubah kaca berbentuk lonceng.

(Sumber: Serway dan Jewett, Physics for Scientists and Engineers, 6th edition, 2004)

Jenis-jenis timbangan yang sering digunakan di laboratorium adalah :

a) Neraca Teknis

Neraca mekanik sering juga disebut neraca/timbangan teknis terdiri atas tiga batang skala. Batang pertama berskala ratusan gram, batang kedua berskala puluhan gram, dan batang ketiga berskala satuan gram. Benda yang akan ditimbang diletakkan diatas piringan, setelah beban geser diseimbangkan dengan benda, maka massa benda dapat dibaca

pada skala. Neraca ini berfungsi untuk mengukur massa benda atau logam dalam praktek laboratorium. Neraca analitis dua lengan berguna untuk mengukur massa benda, misalnya emas, batu, kristal dan benda lain (Irawati dan Ani 2008).

Prinsip kerja neraca mekanik/teknis adalah membandingkan massa benda yang akan dikur dengan anak timbangan. Anak timbangan neraca mekanik berada pada neraca itu sendiri. Kemampuan pengukuran neraca ini dapat diubah dengan menggeser posisi anak timbangan sepanjang lengan. Anak timbangan dapat digeser menjauh atau mendekati poros neraca . Massa benda dapat diketahui dari penjumlahan masing-masing posisi anak timbangan sepanjang lengan setelah neraca dalam keadaan setimbang.

Tinjauan lain tentang prinsip kerja neraca yaitu seperti prinsip kerja tuas. Ada empat macam prinsip kerja neraca, yaitu:

1. Prinsip kesetimbangan gaya gravitasi, contoh neraca sama lengan
2. Prinsip kesetimbangan momen gaya, contoh neraca dacin
3. Prinsip kesetimbangan gaya elastis, contoh neraca pegas untuk menimbang bahan-bahan baku
4. Prinsip inersia (kelembaban), contoh neraca inersia

Neraca teknis biasa digunakan untuk melakukan penimbangan dengan ketelitian sedang,biasanya hanya sampai 2 desimal di belakang koma. Neraca ini biasanya dipakai untuk menimbang zat - zat atau benda yang tidak membutuhkan ketelitian yang tinggi, misalnya menimbang bahan sebagai larutan pereaksi. Neraca teknis dibagi menjadi 2 yaitu neraca analog dan neraca digital. Neraca analog adalah neraca yang biasanya masih tradisional, sedangkan neraca digital adalah neraca teknis yang sudah modern, yang sekarang sering dipakai di laboratorium untuk menimbang dan praktis, tinggal menaruh benda atau zat di atas piring neraca (Pradhika 2008).

Neraca Tiga Lengan memiliki nilai skala sampai ketelitian 0.1 gram. Neraca ini memiliki tiga lengan, yakni sebagai berikut:

- Lengan depan, memiliki anting yang dapat digeser dengan skala 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10gram. Masing-masing terdiri 10 skala tiap skala 1 gram.
- Lengan tengah, memiliki anting yang dapat digeser dengan skala 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 gram.
- Lengan belakang, memiliki anting yang dapat digeser dengan skala 0, 100, 200, 300, 400, 500 gram.

Berikut ini Gambar 2. Neraca Satu Piring - Tiga Lengan.



Gambar 2. Neraca Satu Piring - Tiga Lengan
Sumber: http://www.easthighscale.com

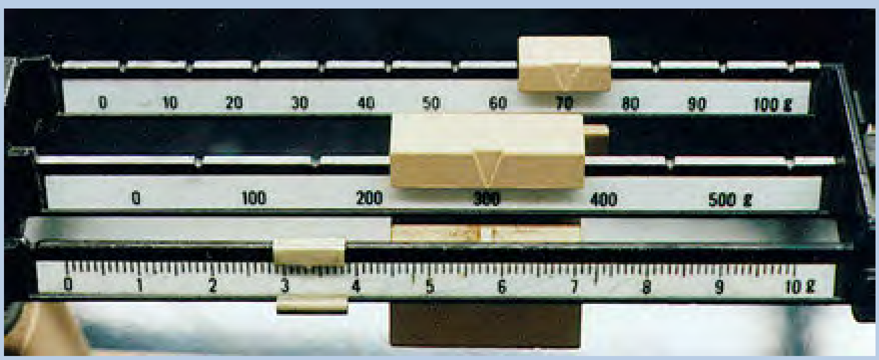
Bagian-bagian Neraca Satu Piring – Tiga Lengan sebagai berikut:

- Tempat beban yang digunakan untuk menempatkan benda yang akan diukur.

- Tombol kalibrasi yang digunakan untuk mengkalibrasi neraca ketika neraca tidak dapat digunakan untuk mengukur.
- Pemberat (anting) yang diletakkan pada masing-masing lengan yang dapat digeser-geser dan sebagai penunjuk hasil pengukuran.
- Titik 0 atau garis kesetimbangan, yang digunakan untuk menentukan titik kesetimbangan.

Kegiatan 2

Jika pada penimbangan dengan menggunakan neraca tiga lengan, diperoleh hasil seperti pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2. Hasil Penimbangan

- Amati angka-angka yang ada dalam gambar tersebut di atas, dan tuliskan angka berapa yang ditunjukkan pada setiap lengan!
- Bandingkan hasil pengamatannya dengan kelompok lain!
- Diskusikan dengan teman anda, berapakah hasil penimbangan tersebut?

Cara membaca hasil penimbangan adalah sebagai berikut:

a) Amati skala yang ditunjuk pada posisi lengan depan, lengan tengah, dan lengan belakang.

b) Jumlahkan skala yang ditunjuk pada posisi lengan depan, lengan tengah, dan lengan belakang.
c) Hasil penjumlahan yang diperoleh merupakan hasil penimbangan.

Contoh pembacaan hasil penimbangan:

skala tengah	=	300 gram
skala belakang	=	80 gram
skala depan	=	2,4 gram
		+
Hasil penimbangan		382,4 gram



Gambar 3. Bagian-bagian Timbangan

Sumber: Ariwibawa 2012

Ketelitian sebuah neraca ditentukan oleh skala terkecil yang ada pada neraca tersebut. Misalnya pada neraca tiga lengan, skala terkecil adalah 0.1 gram, maka ketelitian neraca tersebut adalah 0.1 gram. Setiap alat ukur mempunyai nilai ketidakpastian pengukuran. Nilai ketidakpastian tersebut dirumuskan sebagai berikut.

Ketidakpastian = ½ x skala terkecil

Sehingga pada neraca tiga lengan yang mempunyai skala terkecil 0.1 gram, maka ketidakpastian tersebut adalah ½ x 0.1 gram (0.05 gram).

b) Neraca Analitik

Neraca analitik merupakan suatu alat yang sering digunakan di laboratorium yang berfungsi untuk menimbang bahan/zat yang akan digunakan sebelum melakukan suatu percobaan yang membutuhkan suatu penimbangan. Bahan yang ditimbang biasanya berbentuk padatan, namun tidak menutup kemungkinan untuk menimbang suatu bahan yang berbentuk cairan. Selain itu neraca analitik merupakan salah satu neraca yang memiliki tingkat ketelitian tinggi dan bermutu tingg, sehingga dapat ditempatkan di ruang bebas serta terhindar dari gangguan akibat aliran udara. Neraca ini melakukan kalibrasi internal, tetapi untuk pemeriksaan ulang, neraca ini harus diperiksa dengan anak-anak timbangan yang sudah di identifikasi. Neraca analitik ini hanya di gunakan untuk penimbangan tingkat analitik (Day dan Underwood 2002).

Neraca analitik mempunyai ketelitian yang tinggi, karena sampai 4 desimal di belakang koma (contoh: 1,7869 gram), biasanya digunakan untuk menimbang benda atau zat yang membutuhkan ketelitian yang tinggi (Pradhika 2008).

Neraca analitik yang digunakan di laboratorium merupakan instrumen yang akurat yang mempunyai kemampuan mendeteksi bobot pada kisaran 100 gram sampai dengan ± 0,0001 gram (Day dan Underwood 2002).

Neraca analitik sederhana yang sering digunakan di laboratorium untuk menimbang antara lain:

1). Neraca dua Piring

Neraca dua piring mempunyai dua piring tergantung pada ujung lengan kiri dan ujung lengan kanan neraca. Piring kiri digunakan untuk meletakkan benda yang akan ditimbang, sedangkan piring kanan untuk meletakkan anak timbangan.

Massa dalam satu satuan mg digunakan anting-anting dengan beban 10 mg yang diletakkan pada lengan neraca yang berskala dari 0 (pada titik tengah) sampai 10 (tepat dimana piring-piring digantung). Persepuluhan mg ditentukan dengan cara menentukan titik-titik kesetimbangan, a_0, titik setimbangan neraca dalam keadaan tanpa beban; a_1, titik setimbangan neraca dengan beban, dan a_2, titik kesetimbangan dengan beban dan batu timbangan berbeda 1-2 mg daripada pada penentuan titik a1. Dengan demikian, penimbangan akan memerlukan waktu yang cukup lama (15 – 30 menit).

Pada neraca dua piring nilai skala ratusan dan puluhan di geser, namun skala satuan dan 1/100 nya di putar. Berikut ini Gambar 3. Neraca dua piring.



Gambar 4. Neraca dua piring

Sumber: Damayanti 2011 (http://blog.uad.ac.id/)

Neraca ini memiliki dua lengan. Lengan depan terdapat satu anting logam yang digeser-geser dari 0, 10, 20, …, 100gram. Sedangkan lengan belakang lekukan-lekukan mulai dari 0, 100, 200, …, 500 gram. Selain dua lengan, neraca ini memiliki skala utama dan skala nonius. Skala utama 0 sampai 9 gram sedangkan skala nonius 0 sampai 0,9 gram (Pradhika 2008).

Neraca dua piring terdiri dari beberapa komponen, di antaranya:

- Lengan depan
- Lengan belakang
- System magnetic
- Penggeser anak timbangan
- Venier

- Kait
- Skala
- Lekuk
- Wadah/piring
- Alas

2). Neraca Digital/Listrik/Elektronik

Neraca analitik yang lebih modern, seperti neraca listrik atau neraca elektronik biasanya hanya mempunyai satu piring utnuk meletakan benda/beban yang ditimbang . Pada neraca listrik, batu timbangan sejumlah daya muat timbangan terdapat pada daerah piring neraca, berat batu timbangan minimum adalah 1 gram. Pada bagian lengan yang tidak terlihat, dibebani sedemikian rupa agar neraca dalam keadaan setimbang. Dengan demikian penimbangan dilakukan dengan cara "substitusi" yaitu bila suatu benda diletakkkan pada piring, maka batu timbangan harus diangkat, dengan memutar kenop yang dilengkapi dengan skala yang menunjukkan batu timbangan yang diangkat, agar kembali dalam keadaan setimbang.

Suatu piranti optis melengkapi neraca ini yang berguna untuk memproyeksikan skala tembus cahaya yang terdapat pada lengan yang tidakterlihat ke layar pembacaan yang menunjukkan berat antara 0 – 1000 mg. Skala ini dibagi 1000 dalam 100 bagian, tiap bagian setara dengan 10 mg. Pembacaan berat dalam mg dan persepuluhan mg di dapat dengan mengatur skala puluhan mg, sehingga tepat berimpit dengan"celah kesetimbangan". Dengan cara substitusi ini, kesalahan-kesalahan karena perbedaan panjang lengan dan kepekaan dapat dihindari karena neraca selalu dalam keadaan yang tetap yaitu dengan berat maksimum.

Neraca analitik dikategorikan kedalam sistem mekanik dan juga elektronik atau digital. Setiap timbangan memiliki karakteristik yang berbeda dan spesifikasi fungsi yang berbeda pula (Petrucci 1987).

Ada dua jenis neraca analitik, yaitu :

1). Neraca Analitik Tradisional

Neraca analitik tradisional masih menggunakan neraca analog atau neraca manual yaitu:

- Neraca Dua-Piring, dimana lengan suatu neraca dua piring dilengkapi dengan tiga "mata pisau". Lengan neraca dibagi dalam garis-garis, sehingga penentuan berat/bobot beban kurang dari 10 mg dapat diatur dengan menggeser-geserian "anting" dengan menggunakan pengangkat anting. Bobot anting dalam mg harus sesuai dengan jumlah garis-garis pembagian "lengan neraca" yang dimulai dari mata pisau pusat hingga mata pisau ujung. Menimbang dengan neraca dua piring selalu membosankan dan menghabiskan waktu. Untuk mendapatkan hasil penimbangan yang akurat, secara umum kedua lengan neraca harus sama panjang.
- Neraca satu piring (neraca piring tunggal), lengan neraca tidak sama panjangnya dan menggunakan dua "mata pisau".

Syarat-syarat neraca yang baik:

- Neraca harus teliti dan memberikan hasil yang sama untuk penimbangan yang berurutan. Hal ini dapat dicapai bila :
  (1) Lengan neraca cukup kaku dan tidak mudah membengkok bila dibebani
  (2) Lengan kiri dan kanan sama panjang

(3) Ketiga mata pisau harus berada pada bidang yang sama dan sejajar satu sama lain.

- Neraca harus ajeg (mantap), yaitu tangan neraca harus kembali ke dalam keadaan datar setelah berayun. Hal ini dapat dicapai dengan menempatkan pusat gravitasi yang tepat.
- Neraca harus peka, yaitu bobot 0,1 mg harus segera dapat diketahui bagi rata-rata beban.
- Waktu ayunan jangan terlalu lama, agaar penimbangan dapat dikerjakan secepat mungkin.

2). Neraca Analitik Digital

Neraca analitik digital berfungsi untuk membantu mengukur berat serta kalkulasi otomatis. Neraca digital atau neraca elektronik lebih canggih dibandingkan dengan neraca tradisional. Neraca digital memiliki fungsi sebagai alat ukur yanglebih akurat, presisi, akuntable yang dapat menyimpan hasil dari setiap penimbangan (Pradhika 2008).

Jenis neraca analitik digital mempunyai ketelitian yang sangat tinggi hingga empat angka di belakang koma. Cara kerja neraca analitikdigital hanya dapat mengeluarkan label, ada juga yang hanya timbul ditampilkan dilayar LCD-nya. Karena mempunyai ketelitian yang sangat tinggi maka umumnya neraca analitik digital di lengkapi dengan penutup. Pada ketiga sisi penutupnya terbuat dari kaca. Sehingga lengan beban dapat dilihat dari luar. Pada bagian penutup di sisi kaca kanan dan kiri dapat di geser untuk pintu memasukkan dan mengeluarkan sampel yang akan di timbang (Khamidinal 2009). Berikut ini Gambar 4. Neraca analitik digital.



Gambar 5. Neraca Analitik Digital

Sumber: alatalatlaboratorium.com

Bagian-bagian Neraca Analitik Digital yaitu :

- Piringan timbangan, berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk meletakkan sampel yang akan ditimbang. Piringan neraca analitik dapat dibersihkan dengan kuas yang terdapat pada setiap masing-masing alat atau dapat dibersihkan dengan menggunakan tissu.
- Anak timbangan, suatu bahan yang biasa digunakan dalam kalibrasi neraca analitik dengan bobot yang sudah diketahui.
- *Waterpass,* digunakan untuk mengetahui dan mengatur posisi piringan timbangan pada neraca analitik apakah sudah stabil atau belum.
- Tombol pengaturan, diantaranya adalah tombol *rezero*, *mode*, dan on/off. Tombol *rezero* berfungsi untuk mengatur neraca dalam keadaaan nol. Jika tombol ini sering digunakan, akan dapat

merusak alat neraca tersebut. Tombol *rezero* akan mengatur neraca pada keadaan nol secara mendadak, sehingga neraca akan mudah rusak dan menghasilkan data yang tidak akurat.

- Tombol *mode*, berfungsi sebagai suatu sistem konversi satuan yang digunakan dalam penimbangan. Tombol ini akan memudahkan pengguna dalam perubahan satuan dalam penimbangan.
- Tombol *on/off*, berfungsi menyalakannya serta mematikan neraca. Dalam penggunaannya, neraca analatik biasanya didiamkan selama 10-15 menit agar neraca dapat bekerja secara maksimal dan menghasilkan data yang akurat.

Penggunaan neraca analitik terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Penyimpanan neraca dan kebersihan dalam penggunaannya.
- Kedudukan neraca harus diatur dengan sekrup dan posisi neraca harus horizontal dengan *waterpass*.
- Ketika digunakan terkadang neraca tergoncang dan posisi neraca tidak seperti keadaan semula.
- Pengecekan wajib dilakukan sebelum menggunakan necara analitik.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penempatan neraca analitik, yaitu :

- Lokasi penempatan neraca analitik harus terletak pada ruangan yang terpisah dengan laboratorium agar tidak ada yang berlalu-lalang saat melakukan penimbangan yang dapat mengganggu saat penimbangan pada neraca analitik. Pintu ruangan masuk-keluar hanya terdapat satu pintu. Dan kemudian neraca

ditempatkan dalam pojok ruangan yang merupakan bagian yang paling stabil.

- Meja neraca yang digunakan sebagai alas untuk penempatan neraca analitik harus menggunakan meja yang datar dan stabil. Selain itu, meja tersebut harus kokoh dan tahan terhadap goncangan.
- Udara yang terdapat di sekitar akan dapat mempengaruhi umur alat yang akan digunakan. Selain itu, udara juga dapat pempengaruhi bobot saat dilakukan penimbangan yang dapat menyebabkan terjadinya kesalahan saat pengukuran bobot suatu bahan yang akan ditimbang. Udara yag terlalu lembab dapat menimbulkan korosi pada neraca analitik. Neraca analitik tidak boleh kontak langsung dengan cahaya matahari karena dapat memperpendek umur alat, terjadi pemumaian terhaap alat tersebut, dan cahaya juga menghasilkan panas dan radiasi yang ditimbulkan dapat merusak alat sehingga harus ditempatkan pada jarak tertentu.

Kekurangan neraca analitik digital diantaranya adalah:

- Alat ini memiliki batas maksimal yaitu 1 mg atau misal maksimum 210 g, jika melewati batas tersebut maka ketelitian perhitungan akan berkurang.
- Tidak dapat menggunakan sumber tegangan listrik yang besar, sehingga harus menggunakan stavolt. Jika tidak, maka benang di bawah *pan* akan putus.
- Harganya yang mahal.

Sedangkan kelebihan neraca analitik digital adalah:

- Memiliki tingkat ketelitian yang cukup tinggi dan dapat menimbang zat atau benda pada kisaran 100 gram sampai dengan ± 0,0001 gram atau ± 0,1 mg.
- Penggunaannya tidak begitu rumit jika dibandingkan dengan timbangan manual, sehingga lebih efisien dalam hal waktu dan tenaga.

c. Perawatan dan Kalibrasi Neraca Analitik

1). Perawatan Neraca

Perawatan neraca analitik harus dalam kondisi bersih agar dapat bekerja dengan baik. Kebersihan neraca harus dicek setiap akan digunakan. Bagian dalam neraca harus dibersihkan dengan menggunakan sikat halus/kuas, kain halus, atau tissu. Piringan di dalam neraca dapat diangkat agar pembersihan dapat dilakukan secara menyeluruh. Sesudah dibersihkan neraca dinyalakan (dihidupkan) dan setelah dipanaskan, neraca dicek kembali dengan menggunakan anak timbangan.

Perawatan neraca analitik bertujuan agar neraca tidak cepat rusak dan kondisinya stabil jika akan digunakan.

Hal-hal yang harus dilakukan dalam perawatan neraca analitik yaitu:

- Timbangan/neraca analitik harus dalam keadaan bersih.
- Penyimpanan data/berat dicatat pada lembar atau kartu kontrol dimana pada lembar tersebut tercantum pula berapa kali alat timbangan harus dicek. Jika timbangan tidak dapat digunakan sama sekali maka dipanggil teknisi alat yang dapat menangani alat tersebut.
- Waterpass harus selalu dicek secara berkala.

- Sebelum neraca analitik digunakan, tunggu sampai 30 menit untuk mengatur temperatur.
- Timbangan harus terhindar dari gerakan angin sebelum menimbang.
- Pemakaian neraca analitik jangan sering me-re-zero karena akan mempecepat kerusakan.

2). Kalibrasi Neraca

Jika terdapat ketidaksesuaian untuk menggunakan neraca/timbangan, maka harus dikalibarsi ulang. Kalibrasi merupakan proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi biasa dilakukan dengan membandingkan suatu standar yang terhubung dengan standar nasional maupun internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi. Sistem manajemen kualitas memerlukan sistem pengukuran yang efektif, termasuk di dalamnya kalibrasi formal, periodik dan terdokumentasi, untuk semua perangkat pengukuran memerlukan ISO 9000 dan ISO 17025 sebagai dasar sistem kalibrasi yang efektif (Harmita 2004).

a). Kalibrasi Neraca Analitik

Kalibrasi neraca analitik merupakan suatu syarat yang wajib agar neraca dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan data yang akurat. Neraca dikontrol dengan menggunakan suatu anak timbang yang sudah terpasang atau dengan anak timbangan eksternal dengan massa 10 gram dan 100 gram. Temperatur atau suhu harus disesuaikan agar kalibrasi dapat berjalan dengan baik. Penyimpangan berat dicatat dalam lembar kontrol yang di dalamnya tercantum berapa kali penimbangan dan penyimpangan yang dihasilkan. Neraca harus terindar dari terpaan angin dan harus dilakuakan pengecekan secara berkala. Jika timbangan tidak

dapat digunakan sama sekali, maka timbangan harus diperbaiki oleh suatu agen (supplier) (Harmita 2004).

Beberapa aturan umum harus diingat ketika menggunakan neraca analitik :

- Biarkan sampel hingga mencapai suhu kamar sebelum ditimbang. Sampel yang terlalu panas akan membuat arus konveksi dan berat sampel jelas akan salah.
- Bahan kimia harus ditempatkan dalam gelas ukur atau tabung reaksi serta cawan atau nampan yang dilapisi kertas untuk beban yang banyak. Beratnya kertas yang terbaik untuk jumlah kecil (biasanya < 1 gram); berat nampan yang digunakan untuk jumlah yang lebih besar, cawan dan gelas ukur yang direkomendasikan. Jangan menempatkan bahan kimia langsung pada meja neraca.
- Neraca analitik harus tetap bersih setiap saat. Jika ada bahan yang tumpah di dalam ruang katagori berat, maka harus hati-hati membersihkan dengan sikat keseimbangan.

b). Teknik Kalibrasi Neraca Analitik

- Pengontrolan Neraca

  Timbangan/neraca dikontrol dengan menggunakan anak timbangan yang sudah terpasang atau dengan dua anak timbangan eksternal, misal 10 gram dan 100 gram. Timbangan/neraca digital, harus menunggu 30 menit untuk mengatur temperatur. Jika menggunakan timbangan yang sangat sensitif, hanya dapat bekerja pada batas temperatur yang ditetapkan. Timbangan harus terhindar dari gerakan (angin), sebelum menimbang angka “nol” harus dicek dan jika perlu lakukan koreksi. Penyimpangan berat dicatat pada lembar/kartu kontrol, dimana pada lembar tersebut

tercantum pula berapa kali timbangan harus dicek. Jika timbangan tidak dapat digunakan sama sekali maka timbangan harus diperbaiki oleh suatu agen (supplier).

- Penanganan Neraca

  Kedudukan timbangan harus diatur dengan sekrup dan harus tepat horizontal dengan "*Spirit level*" (waterpass) sewaktu-waktu timbangan bergerak, oleh karena itu harus dicek lagi. Setiap orang yang menggunakan timbangan harus merawatnya, sehingga timbangan tetap bersih dan terawat dengan baik. Jika tidak, si pemakai harus melaporkan kepada manajer lab. timbangan harus dikunci jika anda meninggalkan ruang kerja.

- Kebersihan Neraca

  Kebersihan timbangan harus dicek setiap kali selesai digunakan, bagian dan menimbang harus dibersihkan dengan menggunakan sikat, kain halus atau kertas (tissue) dan membersihkan timbangan secara keseluruhan timbangan harus dimatikan, kemudian piringan (pan) timbangan dapat diangkat dan seluruh timbangan dapat dibersihkan dengan menggunakan pembersih seperti deterjen yang lunak, campurkan air dan etanol/alkohol. Sesudah dibersihkan timbangan dihidupkan, kemudian cek kembali dengan menggunakan anak timbangan.

c). Teknik Kalibrasi Neraca Teknis

Adapun teknik pengkalibrasian pada neraca teknis adalah dengan memutar tombol kalibrasi pada ujung neraca sehingga titik kesetimbangan lengan atau ujung lengan tepat pada garis kesetimbangan, namun sebelumnya pastikan semua anting

pemberatnya terletak tepat pada angka nol di masing-masing lengan. Dalam mengukur massa benda dengan neraca teknis dua lengan atau tiga lengan sama. Ada beberapa langkah di dalam melakukan pengukuran dengan menggunakan neraca teknis, antara lain:

- Melakukan kalibrasi terhadap neraca yang akan digunakan untuk menimbang, dengan cara memutar sekrup yang berada disamping atas piringan neraca ke kiri atau ke kanan posisi dua garis pada neraca sejajar;
- Meletakkan benda yang akan diukur massanya;
- Menggeser skalanya dimulai dari yang skala besar baru gunakan skala yang kecil. Jika panahnya sudah berada di titik setimbang 0; dan
- Jika dua garis sejajar sudah seimbang maka baru memulai membaca hasil pengukurannya.

d. Teknik Penggunaan Neraca

Penggunaan timbangan membutuhkan teknik tertentu. Tiap- tiap jenis timbangan memiliki perbedaan teknik penggunaan. Tingkat kesulitan dari penggunaan timbangan juga berbeda- beda karena ditentukan oleh fungsinya. Untuk itu perlu mengetahui teknik penggunaan timbangan agar hasil penghitungan massa yang dilakukan tepat dan sesuai dengan tujuan (Sutrisno 2012).

Alat ukur massa yang sering digunakan di laboratorium adalah neraca teknis untuk menimbang benda-benda yang tidak memerlukan ketelitian tinggi, serta neraca analitik untuk menimbang bahan- bahan dengan ketelitian yang tinggi seperti bahan untuk membuat larutan kimia (Atmojo 2011).

Alat penghitung satuan massa suatu benda dengan teknik digital memiliki tingkat ketelitian yang cukup tinggi. Prinsip kerjanya yaitu dengan penggunaan sumber tegangan listrik yaitu stavolt dan dilakukan peneraan terlebih dahulu

sebelum digunakan, kemudian bahan diletakkan pada neraca lalu dilihat angka yang tertera pada layar, angka itu merupakan berat dari bahan yang ditimbang (Atmojo 2011).

1). Teknik Penggunaan Neraca Analitik

Pada neraca analitik terdapat skala minimum dan skala maksimum. Skala minimum pada neraca analitik adalah sebesar 0,1 mg dan skala maksimum misal sebesar 220 mg. Neraca analitik dapat dikalibrasi dengan menggunakan anak timbangan yang sudah diketahui bobot massanya dan dengan menekan tombol CAL untuk mengkalibrasi. Desimal yang baik pada neraca analitik adalah sebesar 4 digit. Beberapa hal yang perlu diperhatikan bekerja dengan neraca analitik adalah:

- Neraca analitik digital adalah neraca yang sangat peka, karena itu bekerja dengan neraca ini harus secara halus dan hati-hati.
- Sebelum mulai menimbang persiapkan semua alat bantu yang dibutuhkan dalam penimbangan.

Langkah kerja penimbangan meliputi:

a. Persiapan pendahuluan alat-alat penimbangan yaitu siapkan alat seperti sendok/spatula dan zat yang akan ditimbang, kaca arloji atau botol timbang, dan kertas isap.
b. Pemeriksaan pendahuluan terhadap neraca yang meliputi: periksa kebersihan neraca (terutama piring-piring neraca), kedataran dan kesetimbangan neraca.
c. Penimbangan dapat dilakukan setelah diperoleh keadaan setimbang pada neraca dan timbangan pada posisi nol, demikian pula setelah penimbangan selesai posisi timbangan dikembalikan seperti semula

Hal-hal yang harus diketahui dan harus dilakukan dalam mengoprasikan neraca digital sebelum hingga selesai melakukan penimbangan:

1. Keadaan neraca harus siap pakai
2. Neraca harus bersih (terutama piring-piring neraca)
3. Anak timbangan dalam keadaan lengkap
4. Persiapan pendahuluan terhadap alat bantu penimbangan
5. Pemeriksaan kedataran neraca dan kesetimbangan neraca
6. Pekerjaan penimbangan dan perhitungan hasil penimbangan
7. Melaporkan hasil penimbangan
8. Mengembalikan neraca pada keadaan semula.

Langkah kerja penimbangan dengan neraca analitik meliputi:

1. Persiapan alat bantu penimbangan.

   Untuk menimbang zat padat diperlukan:

   - Kaca arloji yang kering dan bersih, digunakan untuk menampung kelebihan zat yang ditimbang, karena kelebihan zat tidak boleh dikembalikan ke botol zat. plastik),
   - Sendok (biasanya sendok analit spatula dari stainless steel)
   - Kertas isap untuk memegang tempat menimbang pada saat memasukan/mengeluarkan alat timbang (dan zat) ke atau dari dalam neraca.
   - Botol timbang sebagai tempat zat yang akan ditimbang.
   - Zat yang akan ditimbang dan setelah penimbangan selesai, botol zat harus dikembalikan ke tempatnya.

2. Pemeriksaan pendahuluan terhadap neraca adalah:

- Pemeriksaan kebersihan neraca terutama piring-piring neraca dapat dibersihkan menggunakan sapu-sapu yang tersedia di dekat neraca.
- Pemeriksaan kedataran neraca dilakukan dengan cara melihat water pass, dengan mengatur sekrup pada kaki neraca, sehingga gelembung air di water pass tepat berada di tengah.
- Pemeriksaan kesetimbangan neraca yang dilakukan dengan membiarkan dahulu pointer bergoyang ke kiri dan ke kanan beberapa kali. Jika goyangan maksimum ke kiri dan ke kanan kira-kira sama jauh maka neraca dalam keadaan setimbang.

3. Cara menggunakan neraca analitik
   - Nolkan terlebih dulu neraca tersebut
   - Letakkan zat yang akan ditimbang pada bagian timbangan
   - Baca nilai yang tertera pada layar monitor neraca
   - Setelah digunakan, nolkan kembali neraca tersebut

e. Validasi Alat Timbangan

Hasil pengukuran yang diberikan oleh beberapa alat timbangan sejenis tidak selalu menunjukkan hasil yang sama, meskipun alat tersebut mempunyai tipe yang sama. Perbedaan ini diperbesar lagi dengan adanya pengaruh lingkungan, operator, serta metode/teknik pengukuran. Padahal dalam menghasilkan hasil pengukuran tersebut sangat diharapkan bahwa setiap alat ukur yang digunakan dimanapun memberikan hasil ukur yang sama dalam kaitannya dengan keperluan keamanan, kesehatan, transaksi, dan keselamatan (Harmita 2004).

Agar setiap alat dapat memberikan hasil ukur dengan keabsahan yang sama, alat ukur tersebut perlu mempunyai ketelusuran kepada standar nasional atau standar internasional. Cara untuk memberikan jaminan

bahwa alat yang digunakan mempunyai ketelusuran kepada standar nasional adalah dengan melakukan kalibrasi terhadap alat tersebut. Lebih dari itu untuk memelihara ketelusuran tersebut perlu dilakukan perawatan alat dalam selang kalibrasi tertentu.

Penerapan standar ISO/IEC 17025 : 2005, upaya untuk menyamakan persepsi bagi semua pihak terkait perlu dilaksanakan ketelusuran pengukuran. Ketelusuran pengukuran tidak hanya sekedar menjadi persyaratan administratif, melainkan telah menjadi kebutuhan teknis yang mendasar terutama dengan diwajibkannya mencantumkan estimasi ketidakpastian dalam hasil uji (Harmita 2004).

Mengukur selalu menimbulkan ketidakpastian. Artinya, tidak ada jaminan bahwa pengukuran ulang akan memberikan hasil yang tepat sama. Ada tiga sumber utama yang menimbulkan ketidakpastian pengukuran, yaitu:

(1) Kesalahan pengukuran untuk kepentingan analisis dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan, yaitu: kesalahan sistematis, kesalahan acak, dan kesalahan merambat.

(2) Ketepatan suatu hasil pengukuran, yaitu besar atau kecilnya penyimpangan yang diberikan oleh hasil pengukuran dibandingkan dengan nilai sebenarnya.

(3) Kecermatan, yaitu dapat dinyatakan oleh besar-kecilnya simpangan baku (s) yang dapat diperoleh dengan jalan melakukan analisis berulang-ulang.

(a) Ketidakpastian Sistematik

Ketidakpastian sistematik bersumber dari alat ukur yang digunakan atau kondisi yang menyertai saat pengukuran. Bila sumber ketidakpastian adalah alat ukur, maka setiap alat ukur tersebut digunakan akan memproduksi ketidakpastian yang sama. Ada

beberapa ketidakpastian yang termasuk dalam ketidakpastian sistematik antara lain:

- Ketidakpastian alat

  Ketidakpastian ini muncul akibat kalibrasi skala penunjukkan angka pada alat tidak tepat, sehingga pembacaan skala menjadi tidak sesuai dengan yang sebenarnya. Misalnya, kuat arus listrik yang melewati suatu beban sebenarnya 1,0 A, tetapi bila diukur menggunakan suatu Ampermeter tertentu selalu terbaca 1,2 A. Karena selalu ada penyimpangan yang sama, maka dikatakan bahwa Ampermeter itu memberikan ketidakpastian sistematik sebesar 0,2 A. Untuk mengatasi ketidakpastian tersebut, alat harus di kalibrasi setiap akan dipergunakan.

- Kesalahan Nol

  Ketidaktepatan penunjukan alat pada skala nol juga melahirkan ketidakpastian sistematik. Hal ini sering terjadi, tetapi juga sering terabaikan. Sebagian besar alat umumnya sudah dilengkapi dengan sekrup pengatur/pengenol. Bila sudah diatur maksimal tetap tidak tepat pada skala nol, maka untuk mengatasinya harus diperhitungkan selisih kesalahan tersebut setiap kali melakukan pembacaan skala.

- Waktu respon yang tidak tepat

  Ketidakpastian pengukuran ini muncul akibat dari waktu pengukuran (pengambilan data) tidak bersamaan dengan saat munculnya data yang seharusnya diukur, sehingga data yang diperoleh bukan data yang sebenarnya. Misalnya, kita ingin mengukur periode getar suatu beban yang digantungkan pada pegas dengan menggunakan *stopwatch*. Selang waktu yang diukur sering tidak tepat karena pengukur terlalu cepat atau terlambat menekan tombol *stopwatch* saat kejadian berlangsung.

- Kondisi yang tidak sesuai

Ketidakpastian pengukuran ini muncul karena kondisi alat ukur dipengaruhi oleh kejadian yang hendak diukur. Misalkan mengukur panjang kawat baja pada suhu tinggi menggunakan mistar logam. Hasil yang diperoleh tentu bukan nilai yang sebenarnya karena panas mempengaruhi objek yang diukur maupun alat pengukurnya.

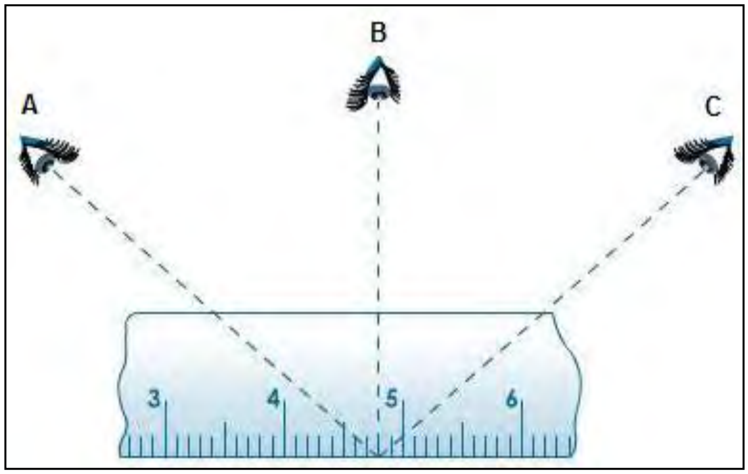
(b) Ketidakpastian Random (Acak)

Ketidakpastian random umumnya bersumber dari gejala yang tidak mungkin dikendalikan secara pasti atau tidak dapat diatasi secara tuntas. Gejala tersebut umumnya merupakan perubahan yang sangat cepat dan acak hingga pengaturan atau pengontrolannya di luar kemampuan kita. Misalnya:

- Fluktuasi pada besaran listrik. Tegangan listrik selalu mengalami fluktuasi (perubahan terus menerus secara cepat dan acak). Akibatnya kalau kita ukur, nilainya juga berfluktuasi. Demikian pula saat kita mengukur kuat arus listrik.
- Getaran landasan. Alat yang sangat peka (misalnya seismograf) akan melahirkan ketidakpastian karena gangguan getaran landasannya.
- Radiasi latar belakang. Radiasi kosmos dari angkasa dapat mempengaruhi hasil pengukuran alat pencacah, sehingga melahirkan ketidakpastian random.
- Gerak acak molekul udara. Molekul udara selalu bergerak secara acak (gerak Brown), sehingga berpeluang mengganggu alat ukur yang halus, misalnya mikro-galvanometer danmelahirkan ketidakpastian pengukuran.

(c) Ketidakpastian Pengamatan

Ketidakpastian pengamatan merupakan ketidakpastian pengukuran yang bersumber dari kekurangterampilan manusia saat melakukan kegiatan pengukuran. Misalnya: metode pembacaan skala tidak tegak lurus (paralaks) seperti terlihat pada Gambar 6, salah dalam membaca skala, dan pengaturan atau pengesetan alat ukur yang kurang tepat.



Gambar 6. Posisi A dan C menimbulkan kesalahan paralaks, posisi B yang benar.

Seiring kemajuan teknologi, alat ukur dirancang semakin canggih dan kompleks, sehingga banyak hal yang harus diatur sebelum alat tersebut digunakan. Bila yang mengoperasikan tidak terampil, semakin banyak yang harus diatur semakin besar

kemungkinan untuk melakukan kesalahan sehingga memproduksi ketidakpastian yang besar pula. Besarnya ketidakpastian berpotensi menghasilkan produk yang tidak berkualitas, sehingga harus selalu diusahakan untuk memperkecil nilainya, di antaranya dengan kalibrasi, menghindari gangguan luar, dan hati-hati dalam melakukan pengukuran.

Ralat atau ketakpastian adalah sarana bagi para fisikawan yang melakukan pengukuran untuk mengungkapkan keragu-raguan mereka akan hasil ukur. Ralat diwujudkan dalam bentuk bilangan positif. Jadi, semakin besar ralat yang dituliskan merupakan pertanda semakin besar pula keraguan orang yang melakukan pengukuran akan hasil pengukurannya sendiri. Dan sebaliknya, semakin kecil ralat yang dituliskan semakin yakinlah orang yang melakukan pengukuran akan hasil pengukurannya.

Besar kecilnya ralat dapat pula dipahami sebagai kepastian (presisi) pengukuran. Semakin besar ralatnya, semakin kurang pasti pengukuran yang dilakukan. Sebaliknya, semakin kecil ralatnya, semakin pasti pengukurannya. Besar kecilnya ralat tergantung dari beberapa faktor : kualitas alat, kemampuan orang yang melakukan pengukuran dan jumlah pengukuran yang dilakukan. Pengukuran yang diulang akan memberikan pembanding bagi data hasil pengukuran sebelumnya dan ini pada gilirannya akan meningkatkan kepastian. Cara menentukan ralat sangat bervariasi. Tergantung dari cara pengukuran dan alat ukur yang dipakai

Kesalahan menunjukkan adanya penyimpangan atau perbedaan nilai atau numeric antara suatu nilai yang terukur dengan nilai sesungguhnya. Kesalahan sering terjadi dalam setiap analisis sehingga data yang diperoleh tidak sesuai dengan yang diharapkan. Kesalahan dapat berupa kesalahan acak dan kesalahan sistematik.

Kesalahan tertentu (sistematik) telah digolongkan ke sifat metodik operatif dan instrumental sesuai dengan asalnya, yaitu :

- Cara analisis karena mencerminkan sifat-sifat dari sistem kimia yang tersangkut,
- Ketidakmampuan pelaksana eksperimen, kegagalan alat pengukur untuk bekerja sesuai dengan standar yang diperlukan.

Hasil penetapan dikatakan teliti bila hasil yang didapat dari serangkaian penetapan ini penyebarannya kecil. Ada tiga macam ukuran penyebaran, yaitu :

- Kisaran *(range)*
- Penyimpangan rata-rata *(mean deviation)*
- Simpangan baku *(standart deviation)*

Validasi metoda analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita 2004).

Validasi metoda merupakan proses yang dilakukan melalui penelitian laboratorium untuk membuktikan bahwa karakteristik kinerja metode itu memenuhi persyaratan aplikasi analitik yang dimaksudkan (Badan POM 2003). Validasi ulang perlu dilakukan meskipun validasi sebelumnya menghasilkan data yang sesuai dengan kriteria penerimaan, karena metode yang dinyatakan valid pada kondisi tertentu belum tentu valid pada kondisi lain karena peralatan dan pereaksi yang digunakan, analis yang mengerjakan dan sebagainya.

Dalam prosedur validasi terdapat beberapa parameter yang dievaluasi antara lain akurasi, presisi (ripitabilitas dan presisi antara), selektivitas, batas deteksi (*limit of detection*), kelinieran

batas deteksi, kelinieran, dan ketegaran (*robustness*). Data hasil analisis selanjutnya diolah untuk memperoleh nilai rata-rata, standar deviasi, persen standar deviasi relatif, perolehan kembali, dan bias. Kriteria penerimaan untuk persen standar deviasi relatif adalah < 2,0% dan untuk bias adalah -2,0% sampai + 2,0% (Badan POM 2003). Data hasil analisis kemudian dibuat kurva untuk memperoleh nilai *slope*, intersep, dan nilai korelasi. Kriteria penerimaan untuk korelasi adalah > 0,9950 (Badan POM 2003). Hasil validasi metode analisis dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk menentukan apakah metode tersebut dapat digunakan untuk pengujian mutu secara rutin atau tidak.

Faktor kesalahan dan kendala yang biasa ditemukan dalam pengukuran massa menggunakan neraca adalah seperti terjadinya kesalahan sistematik dalam hal kondisi alat ukur yang sudah berubah, pengaruh alat ukur terhadap besaran yang diukur, ketidak cermatan membaca skala, dan kesalahan posisi pengamat atau kesalahan paralak. Selain itu kesalahan acak (random) pun sering terjadi, seperti gangguan dari luar yang tak dapat dihindari yang akan berakibat mempengaruhi keakuratan hasil pengukuran.

3. Refleksi

Berdasarkan kegiatan Anda selama mengikuti pelajaran ini, ternyata untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi melakukan penimbangan bahan dengan neraca analitik dalam menentukan jumlah bahan/zat secara kuantitatif sangat beragam hasilnya. Oleh karena itu Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

1. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri

2. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
3. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda.

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
2. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
3. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
4. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....

4. Tugas/Lembar Kerja

Melaksanakan Penimbangan Bahan Dengan Neraca Teknis Dan Neraca Analitik

Bagilah 2 kelompok untuk melakukan penimbangan bahan berupa padat dan cair, lakukan penimbangan dengan menggunakan neraca teknis (kasar) dan neraca analitik sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam Lembar Kerja. Catat data hasil dari penimbangan! Diskusikan dengan teman sekelompok datanya dan presentasikan di depan kelas! Buatlah kesimpulan dan ineterpretasikan dari data tersebut!

Prinsip : Mampu menimbang bahan padat, pasta dan cair dengan menggunakan neraca teknis (ketelitian 0,1 - 0,01 g) dan dengan menggunakan neraca analitik (ketelitian $\geq$ 0,0001 g).

Alat :

- Botol timbang
- Gelas ukur
- Gelas arloji
- Botol timbang
- Pipet volume 5 mL
- Corong saring
- Beker Glass Kecil
- Pipet tetes
- Neraca triple beam
- Neraca teknis (0,1-0,001 gram)
- Neraca analitik digital (0,0001 gram)

- Spatula
- Kuas
- Penjempit

Bahan

- NaCl

Cara Kerja Menimbang bahan kimia padatan dengan neraca analitik otomatis

1) Duduk tepat menghadap necara untuk menghindarkan kesalahan pembacaan
2) Bersihkan bagian dalam neraca (piring neraca) dengan kuas.
3) Periksa neraca apakah bekerja dengan baik atau tidak
4) Hidupkan power (swich on) sehingga layar timbangan menunjukan skala timbangan
5) Periksa neraca apakah pada posisi setimbang dilihat dari posisi waterpass berada ditengah
6) Lakukan kalibrasi atau setting 0 dengan menekan tombol "Cal" tunggu sebentar sehingga timbangan terkalibrasi secara otomatis ditandai dengan munculnya tulisan "ready"
7) Taruh wadah bahan bahan kimia misalnya gelas arloji, botol timbang, gelas beker tepat ditengah piringan.
8) Hindari menimbang bahan yang panas. Jangan menimbang bahan kimia langsung diatas piringan neraca atau dengan wadah kertas. Gunakan wadah yang cocok yaitu gelas aroloji, botol timbang, krus, beaker glass kecil, cawan porselin atau alumunium foil
9) Tekan tombol "tare" sehingga timbangan menunjukkan angka 0,0000 gram sehingga wadah tepat bahan dinyatakan dengan 0,0000 gram
10) Letakkan bahan yang akan diukur beratnya ke dalam wadah tersebut misalnya garam dapur (NaCl) sebanyak 0,5850 gram. Gunakan spatula untuk mengambil bahan yang akan ditimbang.
11) Setiap menambah atau mengurangi beban dari piringan timbangan,

timbangan harus dalam keadaan tidak bergerak atau bergoyang. Jangan menimbang melebihi kapasitas timbangan

12) Ambil wadah yang berisi sampel, keluarkan dengan hati-hati jangan sampai tumpah mengotori piring neraca.
13) Matikan neraca (Swich off) dan bersihkan neraca dengan kuas halus atau tisue.
14) Tutup pintu neraca dan lepaskan steker dari stop kontak.

5. Tes Formatif

Lembar Latihan

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas :

1. Jelaskan mengapa neraca merupakan merupakan salah satu alat ukur?
2. Jelaskan perbedaan prinsip kerja neraca mekanik (teknis) dan neraca analitik?
3. Apa fungsi neraca analitik?
4. Bagaimana cara membaca hasil ukur dengan neraca analitik yang sesuai dengan aturan yang berlaku?
5. Jelaskan dengan singkat prosedur pengguaan neraca analitik?
6. Jelaskan secara singkat teknik kalibrasi neraca?
7. Bagaimana penanganan dan perawatan neraca yang baik?
8. Jelaskan bagaimana prosedur validasi pada neraca analitik?
9. Jelsakan dan berikan contoh jenis kesalahan yang sering terjadi pada proses penimbangan?

C. Penilaian

1. Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1 = BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas

2 = MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten

3 = MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten

4 = MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No.	Sikap / Pembelajaran	Religius				Disiplin				Tanggug jawab				Peduli				Responsif				Teliti				Jujur				Santun			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Mengamati																																
2.	Menanya																																
3.	Mengeksplorasi																																
4.	Mengasosiasi																																
5.	Mengkomunikasikan																																

2. Pengetahuan

Berilah tanda silang pada salah satu jawaban yang paling tepat

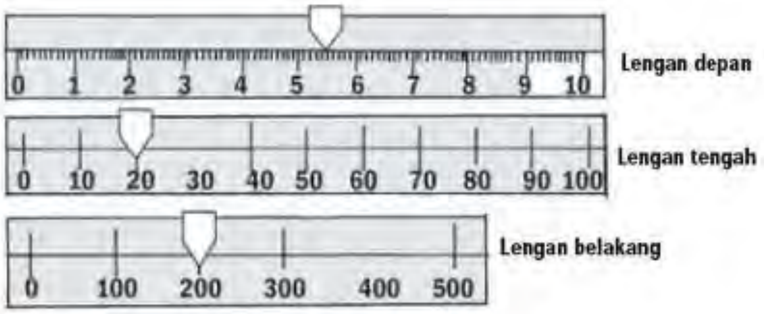
1. Berapakah ketelitian dari neraca analitik....
   A. 0,001 mm
   B. 0,1 g
   C. 0,0001 g
   D. 0,001 mm
   E. 0,0001 mm

2. Menimbang suatu bahan yang akan digunakan dalam membuat larutan kimia harus menggunakan....
   A. Jangka sorong
   B. Timbangan digital
   C. Timbangan analog
   D. Neraca analitik
   E. Neraca ohaus

3. Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai....
   A. Besaran turunan
   B. Satuan
   C. Besaran pokok
   D. Besaran scalar
   E. Besaran massa

4. Alat yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda adalah….
   A. Jangka sorong
   B. Neraca
   C. Micrometer skrup
   D. Neraca pegas
   E. Mistar

5. Sekantong plastik terigu ditimbang dengan neraca satu piring - tiga lengan. Posisi lengan depan, tengah, dan belakang dalam keadaan setimbang ditunjukkan pada gambar berikut ini



Berapakah massa terigu tersebut....

A. 225,5 gram

B. 225,5 cm^3

C. 200 gram

D. 200 cm^3

E. 222,5 gram

6. Dibawah ini merupakan prinsip kerja neraca adalah....

A. Prinsip kesetimbangan gaya gravitasi

B. Prinsip kesetimbangan momen gaya

C. Prinsip kesetimbangan gaya elastis

D. Prinsip inersia (kelembaman)

E. a b c d semua benar

7. Parameter yang dievaluasi dalam prosedur validasi neraca, kecuali....

A. Akuisisi

B. presisi

C. selektivitas

D. *limit of detection*

E. kelinieran batas deteksi, kelinieran, dan ketegaran (*robustness*)

8. Timbangan atau neraca yang digunakan untuk menimbang beras sebanyak satu karung adalah....
   A. Neraca sama lengan
   B. Neraca pegas
   C. Timbangan kodok
   D. Neraca ohaus
   E. Timbangan gantung

9. Faktor kesalahan dan kendala yang biasa ditemukan dalam pengukuran massa menggunakan neraca yang paling tepat adalah....
   A. Kesalahan sistematik
   B. Pengaruh alat ukur
   C. Ketidak cermatan membaca skala, dan kesalahan posisi pengamat atau kesalahan paralak
   D. Kesalahan acak (random)
   E. Gangguan dari luar yang tak dapat dihindari yang akan berakibat mempengaruhi keakuratan hasil pengukuran

10. Fungsi *Waterpass* pada neraca analitik adalah….
   A. sebagai penanda posisi neraca pada saat akan digunakan
   B. sebagai alat pemutar
   C. sebagai tombol penghemat daya
   D. sebagai penanda berat awal
   E. sebagai bagian dasar neraca

11. Perhatikan gambar alat dan bahan serta data pengukuran berikut



Besaran fisika yang terukur sesuai dengan data yang diperlihatkan tersebut adalah....

A. Volume zat cair 79,6 cm^3

B. Volume zat cai 204,6 cm^3

C. Massa zat cair 79,6 gram

D. Massa zat cair 204,6 gram

E. Massa zat cair 125 gram

3. Keterampilan

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
1.	Menyiapkan timbangan untuk praktikum			
2.	Menyiapkan alat-alat pendukung untuk melakukan penimbangan bahan			
3.	Menyiapkan bahan untuk penimbangan sesuai dengan kebutuhan			
4.	Memeriksa neraca apakah sudah baik			
5.	Menghidupkan power(swich on), sehingga layar timbangan menunjukkan skala timbangan			
6.	Memeriksa neraca apakah pada posisi setimbang, dimana waterpass berada di tengah			
7.	Melakukan kalibrasi , dimana muncul tulisan“ready”			
8.	Menyimpan wadah/tempat bahan atau zat yang akan ditimbang di tengah piringan			
9.	Menekan tombol “tare”, sehingga timbangan menunjukkan angka 0,0000 gram dan wadah/botol timbang dinyatakan dengan 0,0000 gram			
10.	Menggunakan spatula untuk mengambil bahan yang akan ditimbang			
11.	Menimbang bahan tidak melebihi kapasitas			

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
	timbangan			
12.	Melakukan pembacaan massa bahan yang tercantum dalam layar timbangan			
13.	Mengeluarkan wadah yang berisi bahan/zat dengan hati-hati dan tidak tumpah			
14.	Mematikan neraca (swich off)			
15.	Membersihkan neraca dengan kuas halus atau tissu			
16.	Menutup pintu neraca dan melepaskan steker dari stop kontak			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan
Memilih metode analisis sesuai standar	Pemilihan metode analisis tidak sesuai dengan jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan standar yang ditentukan
Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan	Tidak melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
dianalisa	yang akan dianalisis	dianalisis belum optimal	dengan optimal
Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur	Langkah kerja tidak sesuai prosedur	Sebagian langkah kerja ada yang salah	Semua langkah kerja benar dan sesuai prosesur
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

Kegiatan Pembelajaran 2. Penanganan Limbah B3 dan Non B3

A. Deskripsi

Penanganan limbah B3 dan Non B3 merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia untuk peserta didik SMK program keahlian teknik kimia pada paket dasar program keahlian Kimia Analisis dan Kimia industri. Kompetensi dasar ini merupakan perluasan dan pendalaman yang bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai penanganan limbah B3 dan non B3. Pembelajaran ini meliputi prinsip dan konsep penanganan B3 dan Non B3, tujuan, identifikasidan karakterisasi limbah B3 dan non B3, persyaratan penanganan limbah B3 dan non B3. Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan sampai menyimpulkan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta OHP. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, peserta didik mampu:

1. Menerapkan sifat dan karakteristik limbah dalam penanganan limbah B3 dan non B3
2. Melaksanakan penanganan limbah B3 dan Non B3

2. Uraian Materi

a. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

1). Konsep dan Prinsip Penanganan Limbah B3

Kimia industri atau industri yang berbasis kimia merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan, baik limbah padat, cair maupun gas. Bagi industri-industri besar, seperti industri obat-obatan, teknologi pengolahan limbah yang digunakan mungkin sudah memadai, namun tidak demikian bagi industri kecil atau sedang. Namun demikian, mengingat tingginya potensi pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah yang tidak dikelola dengan baik maka diperlukan pemahaman dan informasi mengenai pengelolaan limbah secara benar.

Hal penting lain yang perlu diperhatikan adalah kebanyakan limbah yang dihasilkan dalam industri kimia merupakan limbah dalam kategori bahan berbahaya dan beracun(B3). Walaupun ada sebagian limbah yang termasuk limbah non B3. Oleh karena itu kompetensi untuk mengetahui bagaimana mengidentifikasi jenis limbah dan cara penanganan limbah ini harus diperhatikan dengan serius karena apabila penanganannya tidak baik akan mengakibatkan pencemaran lingkungan yang beresiko membahayakan kesehatan manusia.

Menurut PP No. 18 tahun 1999, yang dimaksud dengan limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusakan lingkungan hidup dan atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta mahluk hidup lain.

Intinya adalah setiap materi yang disebabkan konsentrasi dan atau sifat dan atau jumlahnya mengandung B3 dan membahayakan manusia,

mahluk hidup dan lingkungan, apapun jenis sisa bahannya merupakan kategori bahan berbahaya dan beracun.

Definisi limbah B3 berdasarkan BAPEDAL (1995) ialah setiap bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifat (*toxicity*, *flammability*, *reactivity*, dan *corrosivity*) serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemari lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia.

Menurut RCRA*(Resource Conservation and Recovery Act)* Limbah *(Solid)* atau gabungan berbagai limbah dengan jumlah dan konsentasinya, atau karena karakteristik fisik-kimia-dan daya infeksiusnya bersifat :

- Dapat mengakibatkan timbulnya atau menyebabkan semakin parahnya penyakit yang tidak dapat disembuhkan atau penyakit yang melumpuhkan,
- Menyebabkan timbulnya gangguan atau berpotensi menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia atau lingkungan, apabila tidak diolah, disimpan, diangkut , dibuang atau dikelola dengan baik.

2). Tujuan Penanganan limbah B3

Tujuan penanganan limbah B3 adalah untuk *mencegah* dan *menanggulangi* pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah B3 serta melakukan pemulihan kualitas lingkungan yang sudah tercemar sehingga sesuai dengan fungsinya kembali.

Dari hal ini jelas bahwa setiap kegiatan/usaha yang berhubungan dengan B3, baik penghasil, pengumpul, pengangkut, pemanfaat, pengolah dan penimbun B3, harus memperhatikan aspek lingkungan dan menjaga kualitas lingkungan tetap pada kondisi semula. Dan apabila terjadi pencemaran akibat tertumpah, tercecer dan rembesan limbah B3, harus dilakukan upaya optimal agar kualitas lingkungan kembali kepada fungsi semula.

Kegiatan 1 :

Berkaitan dengan materi penanganan limbah B3, anda ditugasi untuk mencari informasi atau data dari laboratorium/balai penelitian terdekat tentang jenis-jenis limbah B3. Amati limbah B3 yang dihasilkan! Apakah limbah B3 tersebut dibuang, dikemas, di daur ulang/diolah atau ditimbun! Diskusikan hasilnya dengan teman kelompok anda! Presentasikan dan simpulkan dengan kelompok lain!

3). Identifikasi dan Karakterisasi Limbah B3

Identifikasi dan karakteristik limbah B3 dalam pengelolaan limbah B3, adalah hal yang penting dan mendasar. Didalam pengelolaan limbah B3, prinsip pengelolaan tidak sama dengan pengendalian pencemaran air dan udara yang upaya pencegahannya di *poin source,* sedangkan pengelolaan limbah B3 yaitu *from cradle to grave*. *From cradle to grave* adalah pencegahan pencemaran yang dilakukan dari sejak dihasilkannya limbah B3 sampai dengan di timbun/ dikubur (dihasilkan, dikemas, digudangkan, ditransportasikan, di daur ulang, diolah, dan ditimbun). Pada setiap fase pengelolaan limbah tersebut ditetapkan upaya pencegahan pencemaran terhadap lingkungan dan yang menjadi penting adalah karakteristik limbah B3 nya, hal ini karena setiap

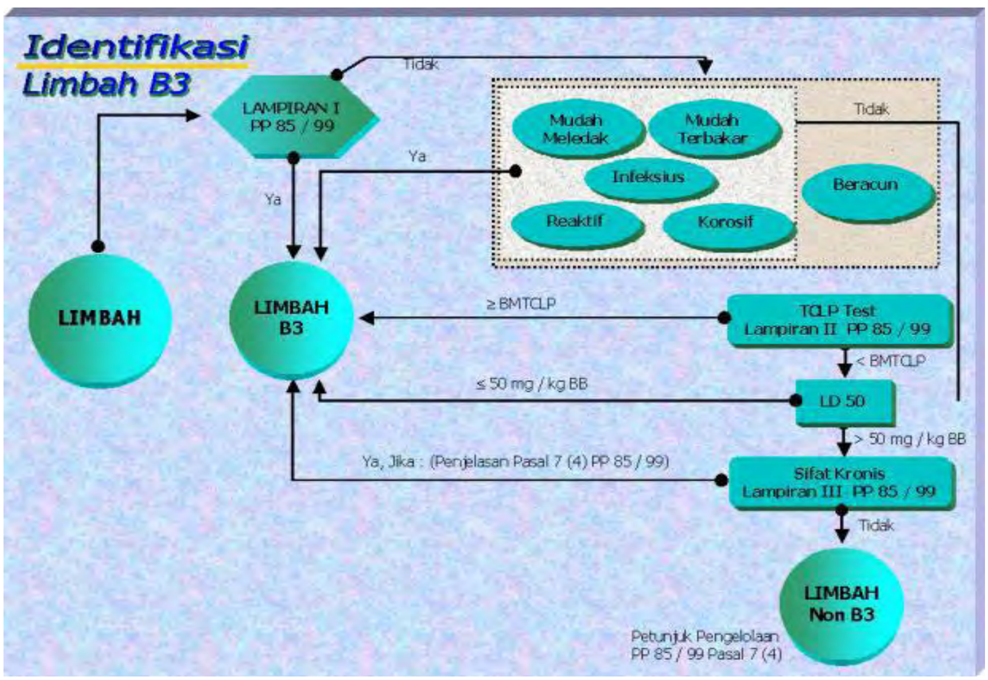
usaha pengelolaannya harus dilakukan sesuai dengan karakteristiknya.

Menurut PP 18 Tahun 1999 tentang pengelolaan limbah B3, semua limbah dapat dikatakan sebagai limbah B3, kecuali bila limbah tersebut dapat mentaati peraturan tentang pengendalian air dan atau pencemaran udara. Misalnya limbah cair yang mengandung logam berat tetapi dapat diolah dengan *water treatment* dan dapat memenuhi standar *effluent* limbah yang dimaksud, maka limbah tersebut tidak dikatakan sebagai limbah B3 tetapi dikategorikan limbah cair yang pengawasannya diatur oleh Pemerintah.

Pengidentifikasian limbah B3 digolongkan ke dalam 2 (dua) kategori, yaitu berdasarkan (1) sumbernya dan (2) karakteristiknya.

(a) **Berdasarkan sumbernya, limbah B3 dibagi menjadi (PP.05/1999) :**

- Sumber tidak spesifik (berdasarkan Lampiran I, tabel 1, PP 85 /1999)
- Sumber spesifik (berdasarkan Lampiran I, tabel 2, PP 85/1999)
- Bahan kimia kadaluarsa; tumpahan; sisa kemasan; buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi



Gambar 7Identifikasi Limbah B3

Sumber: http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=1422

Keterangan :

- Limbah B3 dari sumber tidak spesifik : Limbah B3 yang berasal bukan dari proses utamanya, tetapi berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, inhibitor korosi, pelarutan kerak, pengemasan, dll.
- Limbah B3 dari sumber spesifik : Limbah B3 sisa proses suatu industri atau kegiatan tertentu.
- Limbah B3 dari sumber lain : bahan kimia kadaluwarsa, tumpahan, sisa kemasan dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi.

Berdasarkan sumbernya, limbah B3 dapat diklasifikasikan menjadi:

- *Primary sludge*, yaitu limbah yang berasal dari tangki sedimentasi pada pemisahan awal dan banyak mengandung biomassa senyawa organik yang stabil dan mudah menguap
- *Chemical sludge*, yaitu limbah yang dihasilkan dari proses koagulasi dan flokulasi
- *Excess activated sludge*, yaitu limbah yang berasal dari proses pengolahan dengan lumpur aktif sehingga banyak mengandung padatan organik berupa lumpur dari hasil proses tersebut
- *Digested sludge*, yaitu limbah yang berasal dari pengolahan biologi dengan digested aerobic maupun anaerobic di mana padatan/lumpur yang dihasilkan cukup stabil dan banyak mengandung padatan organik.

(b) **Berdasarkan Karakteristik Limbah B3**

Karakteristik Limbah B3 menurut PP No. 18 tahun 1999 yang hanya mencantumkan 6 (enam) kriteria, yaitu:

- **Mudah Meledak**

  Pada suhu dan tekanan standar (25^0C, 760 mmHg) dapat meledak atau melalui reaksi kimia dan atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitarnya. Bahan ini dapat berupa zat padat, cair atau campuran keduanya yang akibat suatu reaksi kimia dan atau fisika dapat menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan besar serta suhu yang tinggi sehingga bisa menimbulkan peledakan. Contoh : Trinitrotoluen (TNT), Nitroglycerine, amonium nitrat.



Gambar 8. Tanda/Label pada Limbah B3 yang Mudah Meledak

Sedangkan *campuran eksplosif* dapat terjadi pula akibat pencampuran beberapa bahan terutama bahan oksidator dan reduktor dalam suatu reaktor maupun dalam penyimpanan. Debu-debu seperti debu karbon dalam industri batu bara, zat warna diazo dalam pabrik zat warna dan magnesium dalam pabrik baja adalah debu-debu yang sering menimbulkan ledakan.

Tabel 2. Contoh Campuran Eksplosif

Oksidator	Reduktor

KCIO3	Karbon, belerang
Asam nitrat	Etanol
Kalium permanganat	Gliserol
Krom Trioksida	Hidrazin

- **Letusan, Ledakan, Detonasi**

Campuran yang dapat menyala, seperti udara dengan gas, udara dengan butir-butir cairan atau udara dengan bahan padat berupa serbuk akan terbakar oleh adanya nyala dan menghasilkan panas dan tekanan.

Laju pembakaran dan akibat reaksi pembakaran tersebut dapat bermacam-macam. Letusan, ledakan, dan detonasi dapat dibedakan berdasarkan kenaikan laju pembakaran tersebut.

- Letusan : bidang api dan bidang tekanan berjalan dengan kecepatan hampir sama(sampai dengan kira-kira 100 m/s). Contoh: Campuran debu/udara yang menyala dalam bejana atau ruang terbuka.
- Ledakan : gelombang tekanan berjalan di depan bidang api (kira-kira 100 – 300 m/s). Contoh: Campuran uap pelarut dan udara dalam ketel tertutup.
- Detonasi : gelombang-gelombang tekanan yang berjalan di depan bidang api menghasilkan lagi bidang api selanjutnya, sehingga mengakibatkan kecepatan yang sangat tinggi (lebih dari 300 m/s melebihi kecepatan suara). Contoh: Campuran gas dengan udara yang menyala dalam saluran pipa yang panjang.

- **Mudah Terbakar**





Gambar 9. Tanda/Label pada Limbah B3 yang Mudah Terbakar

Limbah yang mudah terbakar, mempunyai salah satu sifat sebagai berikut :

a. Berupa cairan mengandung alkohol kurang dari 24%volume dan atau pada titik nyala tidak lebih dari 60^0C akan menyala apabila terjadi kontak dengan api, percikan api atau sumber nyala lain pada tekanan udara 760 mmHg.
b. Bukan berupa cairan yang pada temperatur dan tekanan standar dapat mudah menyebabkan kebakaran, tetapi melalui gesekan, penyerapan uap air, atau perubahan

kimia secara spontan dan apabila terbakar dapat menyebabkan kebakaran yang terus menerus.

c. Limbah yang bertekanan yang mudah terbakar.

d. Merupakan limbah pengoksidasi (oxidizers) : bersifat eksplosif karena sangat reaktif atau tidak stabil. Mampu menghasilkan oksigen dalam reaksi atau penguraiannya sehingga dapat menimbulkan kebakaran selain ledakan.

e. Dapat terbakar pada suhu normal, contoh : Gasoline dan Methyl Ethyl Ketone.

Tabel 3. Bahan-bahan yang mudah terbakar digolongkan sesuai dengan tingkat bahayanya :

Kelas Bahaya	Titik Nyala ^0C	Nama Bahan	Titik Nyala ^0C	Titik Sulut ^0C
I	< 21	Bensin	-30	250
II	21 – 55	Benzena, Amoniak	-11 -	580 780
III	55 – 100	Naftalen, Ether	80 -	575 186
IV	>100	Gas Bumi	-	-

- **Reaktif**



Gambar 10. Tanda/Label pada Limbah B3 Reaktif

Bahan kimia yang berlabel reaktif adalah :

a. Bahan reaktif terhadap air

Beberapa bahan kimia dapat bereaksi hebat dengan air, apabila bercampur dengan air berpotensi menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Ini disebabkan zat-zat tersebut bereaksi secara eksotermik (mengeluarkan panas) yang besar atau gas yangmudah terbakar.

Berikut adalah bahan-bahan kimia yang reaktif terhadap air :

- alkali (Na, K) dan alkali tanah (Ca),
- logam halida anhidrat (aluminium tribromida),
- logam oksida anhidrat (CaO),
- oksidanon-logam halida (sulfurilklorida).

Jelas zat-zat tersebut harus dijauhkan dari air atau disimpan dalam ruang yang kering dan bebas kebocoran bila hujan. Bahan kimia yang sangat reaktif bila berkontak dengan air atau uap air di udara, contohnya:

Asam sulfat (battery acid), Soda api (lye), Senyawa phosphor .

b. Bahan reaktif terhadap asam

Bahan-bahan yang reaktif terhadap air diatas juga reaktif terhadap asam. Selain itu ada bahan-bahan lain yang dapat bereaksi dengan asam secara hebat. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis dan menghasilkan gas-gas yang mudah terbakar atau eksplosif. Contoh : kalium klorat/perklorat (KCIO3), kalium permanganat (KMnO4), asamkromat (Cr203). Dengan sendirinya bahan-bahan ini dalam penyimpanan harus dipisahkan dari asam, seperti asam sulfat dan asam asetat. Limbah Sianida, Sulfida, atau Amoniak yang pada kondisi pH antara 2 dan 12.5 dapat menghasilkan gas, uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

c. Bahan kimia tidak stabil

Bahan kimia reaktif merupakan bahan kimia yang tidak stabil, dapat mengalami perubahan berbahaya pada kondisi suhu dan tekanan biasa. Semua bahan peledak termasuk golongan yang tidak stabil. Beberapa bahan kimia yang tidak stabil bila cara penyimpanannya tidak tepat dapat menimbulkan panas yang tinggi. Ada juga yang dapat mengembang sehingga memecahkan kontainernya. Contoh: styrene, nitro glycerine.

- **Beracun**



Gambar 11. Tanda/Label pada Limbah B3 Beracun

Limbah yang mengandung pencemar yang bersifat racun bagi manusia atau lingkungan yang dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk kedalam tubuh melalui pernapasan, kulit, atau mulut.

Pencemar beracun ini dapat tercuci dan masuk kedalam air tanah sehingga dapat mencemari sumur penduduk disekitarnya dan berbahaya bagi penduduk yang menggunakan air tersebut. Selain itu, debu dari limbah ini dapat terhirup oleh para petugas dan masyarakat disekitar lokasi limbah. Limbah beracun juga dapat terserap kedalam tubuh pekerja melalui kulit.

Limbah ini dikatakan beracun apabila limbah tersebut dapat langsung meracuni manusia atau mahluk hidup lain, salah satu contohnya adalah pestisida, atau limbah yang mengandung logam berat atau mengandung gas beracun.Limbah beracun ini biasanya didefinisikan sebagai senyawa kimia yang beracun bagi manusia atau lingkungan hidup, baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek. Contoh limbah beracun, antara lain:

- Pestisida, sebagian besar pestisida yang sudah tidak diijinkan untuk digunakan bersifat beracun seperti DDT, Aldrin dan Parathion.
- Bahan farmasi, sebagian bahan-bahan farmasi yang sudah tidak memenuhi spesifikasi atau tidak terpakai dapat bersifat beracun seperti obat anti kanker atau narkotika.

- Pelarut Halogen, pelarut seperti Perchloroethylene dan Methylene Chloride yang digunakan untuk pembersihan lemak dan kegiatan lain.
- Sludge/lumpur dari pengolahan limbah dari kegiatan electroplating dan sludge/lumpur dari pengolahan air limbah dari kegiatan yang menggunakan logam berat dan sianida.
- Logam berat seperti Al, Cr, Cd, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, dan Zn serta zat kimia seperti pestisida, sianida, sulfida, fenol dan sebagainya. Cd dihasilkan dari lumpur dan limbah industri kimia tertentu sedangkan Hg dihasilkan dari industri klor-alkali, industri cat, kegiatan pertambangan, industri kertas, serta pembakaran bahan bakar fosil. Pb dihasilkan dari peleburan timah hitam dan accu. Logam-logam berat pada umumnya bersifat racun sekalipun dalam konsentrasi rendah. Daftar lengkap limbah B3 dapat dilihat di PP No. 85 Tahun 1999: Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Berikut ini tabel 4. Limbah berbahaya produksi industri.

Tabel 4. Limbah berbahaya produksi industri

Jenis Industri	Senyawa Berbahaya
Baterai	Cd, Pb, Ag, Zn, NO_2
Pabrik Kimia	Cr, Cu, Pb, Hg, organik, hidrokarbon*
Elektrik/Elektronik	Cu, Co, Pb, Hg, Se, organik, hidrokarbon*
Printing	As, Cr, Cu, Pb, Se, organik
Elektroplating	Co, Cr, Sn, Cu, Zn
Tekstil	Cr, Cu, organik

Farmasi	As, Hg, organik
Cat	Cd, Cr, Cu, Co, pb, Hg, Se, organik
Plastik	Co, Hg, Zn, organik, hidrokarbon
Kulit	Cr, organik

*termasuk senyawa organik halogenasi

- **Infeksius**



Gambar 12. Tanda/Label pada Limbah B3 Infeksius

Biasanya adalah limbah laboratorium medis atau lainnya. Limbah ini berbahaya karena mengandung kuman penyakit seperti Hepatitis dan Kolera yang ditularkan pada pekerja, pembersih jalan dan masyarakat di sekitar lokasi pembuangan limbah.Limbah ini didefinisikan sebagai bagian tubuh manusia dan atau cairan dari tubuh orang yang terkena infeksi dan atau limbah dari laboratorium yang terinfeksi kuman penyakit yang dapat menular.

Contoh limbah jenis ini, antara lain:

- Bagian tubuh manusia seperti anggota badan yang diamputasi dan organ tubuh manusia yang dibuang dari rumah sakit/klinik.

- Cairan tubuh manusia seperti darah dari rumah sakit/klinik.
- Bangkai hewan yang ditemukan (dinyatakan resmi) terinfeksi.
- Darah dan jaringan sebagai contoh dari laboratorium.

▪ **Korosif**

Limbah yang memiliki dari salah satu sifat berupa :

a. Menyebabkan iritasi (terbakar) pada kulit.
b. Menyebabkan proses pengkaratan pada lempeng baja.
c. Mempunyai pH sama atau kurang dari 2 untuk limbah bersifat asam atau lebih besar dari 12.5 untuk yang bersifat basa.

(c) **Karakteristik Limbah B3 berdasarkan International Classification(UN-regulation)**

- Class 1 Explosives: Fireworks, Gelignite
- Class 2 Flammable / Inflammable / Toxic gases: Acetylene, LPG; Air, Argon; Chlorine, ammonia
- Class 3 Flammable liquids: Petrol, Kerosene
- Class 4 Flammable solids, Combustible, Dangerous when wet : Sulfur, Nitrocellulose, Carbon Black, Carbon, Calcium Carbide, Metal hydride
- Class 5 Oxidizing agent: Hydrogen peroxide, Calcium Hypochlorite
- Class 6 Toxic and infectious substances: NaCN, Hospital waste
- Class 7 Radioactive substances: Uranium
- Class 8 Corrosive substances: HCl, NaOH
- Class 9 Miscellaneous: Aerosol

(d) **Penggolongan limbah B3 yang berdasarkan karakteristiknya ditentukan dengan :**

- mudah meledak;
- pengoksidasi;
- sangat mudah sekali menyala;
- sangat mudah menyala;
- mudah menyala;
- amat sangat beracun;
- sangat beracun;
- beracun;
- berbahaya;
- korosif;
- bersifat iritasi;
- berbahayabagi lingkungan;
- karsinogenik;
- teratogenik;
- mutagenik.

Limbah B3 dikarakterisasikan berdasarkan beberapa parameter yaitu *total solids residue* (TSR), kandungan *fixed residue* (FR), kandungan *volatile solids* (VR), kadar air (*sludge moisture content*), volume padatan, serta karakter atau sifat B3 (toksisitas, sifat korosif, sifat mudah terbakar, sifat mudah meledak, beracun, serta sifat kimia dan kandungan senyawa kimia).

4). Persyaratan Penanganan Limbah B3

Pengelolaan limbah B3 meliputi kegiatan pengumpulan, pengangkutan, pemanfatan, pengolahan dan penimbunan.Setiap kegiatan pengelolaan limbah B3 harus mendapatkan perizinan dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) dan setiap aktivitas tahapan pengelolaan limbah B3 harus dilaporkan ke KLH. Untuk aktivitas

pengelolaan limbah B3 di daerah, aktivitas kegiatan pengelolaan selain dilaporkan ke KLH juga ditembuskan ke Bapelda setempat. Pengolahan limbah B3 mengacu kepada Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor Kep-03/BAPEDAL/09/1995 tertanggal 5 September 1995 tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Pengolahan limbah B3 harus memenuhi persyaratan:

- Lokasi Pengolahan
  Pengolahan B3 dapat dilakukan di dalam lokasi penghasil limbah atau di luar lokasi penghasil limbah. Syarat lokasi pengolahan di dalam area penghasil harus:
- daerah bebas banjir;
- jarak dengan fasilitas umum minimum 50 meter;

Syarat lokasi pengolahan di luar area penghasil harus:

1. daerah bebas banjir;
2. jarak dengan jalan utama/tol minimum 150 m atau 50 m untuk jalan lainnya;
3. jarak dengan daerah beraktivitas penduduk dan aktivitas umum minimum 300 m;
4. jarak dengan wilayah perairan dan sumur penduduk minimum 300 m;
5. dan jarak dengan wilayah terlindungi (spt: cagar alam,hutan lindung) minimum 300 m.

5). Fasilitas Pengolahan

Fasilitas pengolahan harus menerapkan sistem operasi, meliputi:

1. sistem keamanan fasilitas;
2. sistem pencegahan terhadap kebakaran;
3. sistem pencegahan terhadap kebakaran;

4. sistem penanggulangan keadaan darurat;
5. sistem pengujian peralatan;
6. dan pelatihan karyawan.

Keseluruhan sistem tersebut harus terintegrasi dan menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam pengolahan limbah B3, mengingat jenis limbah yang ditangani adalah limbah yang dalam volume kecil pun berdampak besar terhadap lingkungan.

6). Penanganan Limbah B3 Sebelum Diolah

Setiap limbah B3 harus diidentifikasi dan dilakukan uji analisis kandungan guna menetapkan prosedur yang tepat dalam pengolahan limbah tersebut. Setelah uji analisis kandungan dilaksanakan, barulah dapat ditentukan metode yang tepat guna pengolahan limbah tersebut sesuai dengan karakteristik dan kandungan limbah.

1. Pengolahan limbah B3

   Jenis perlakuan terhadap limbah B3 tergantung dari karakteristik dan kandungan limbah.

   Perlakuan limbah B3 untuk pengolahan dapat dilakukan dengan proses sebagai berikut:

   a. Proses secara kimia, meliputi: redoks, elektrolisa, netralisasi, pengendapan, stabilisasi, adsorpsi, penukaran ion dan pirolisa.
   b. Proses secara fisika, meliputi: pembersihan gas, pemisahan cairan dan penyisihan komponen-komponen spesifik dengan metode kristalisasi, dialisa, osmosis balik, dll.
   c. Proses stabilisasi/solidifikasi, dengan tujuan untuk mengurangi potensi racun dan kandungan limbah B3

dengan cara membatasi daya larut, penyebaran, dan daya racun sebelum limbah dibuang ke tempat penimbunan akhir.

d. Proses insinerasi, dengan cara melakukan pembakaran materi limbah menggunakan alat khusus insinerator dengan efisiensi pembakaran harus mencapai 99,99% atau lebih. Artinya, jika suatu materi limbah B3 ingin dibakar (insinerasi) dengan berat 100 kg, maka abu sisa pembakaran tidak boleh melebihi 0,01 kg atau 10 gr.

2. Hasil pengolahan limbah B3

   Memiliki tempat khusus pembuangan akhir limbah B3 yang telah diolah dan dilakukan pemantauan di area tempat pembuangan akhir tersebut dengan jangka waktu 30 tahun setelah tempat pembuangan akhir habis masa pakainya atau ditutup. Perlu diketahui bahwa keseluruhan proses pengelolaan, termasuk penghasil limbah B3, harus melaporkan aktivitasnya ke KLH dengan periode triwulan (setiap 3 bulan sekali).

7). Metode Penanganan Limbah B3

a. Proses penanganan secara kimia :
   - Reduksi-Oksidasi
   - Elektrolisasi
   - Netralisasi
   - Presipitasi / Pengendapan
   - Solidifikasi / Stabilisasi
   - Absorpsi
   - Penukaran ion, dan
   - Pirolisa

b. Proses pengolahan limbah secara fisik :

- Pembersihan gas : Elektrostatik presipitator, Penyaringan partikel, Wet scrubbing, dan Adsorpsi dengan karnbon aktif.
- Pemisahan cairan dengan padatan : Sentrifugasi, Klarifikasi, Koagulasi, Filtrasi, Flokulasi, Floatasi, Sedimentasi, dan Thickening.
- Penyisihan komponen-komponen yang spesifik : Adsorpsi, Kristalisasi, Dialisa, Electrodialisa, e, Leaching, Reverse osmosis, Solvent extraction, dan Stripping

c. Proses pengolahan secara biologi

Proses pengolahan limbah B3 secara biologi yang telah berkembang yaitu bioremedasi dan fitoremedasi.

- Bioremediasi

  Bioremedasi adalah penggunaan bakteri dan mikroorganisme lain seperti jamur untuk mendegradasi/mengurai limbah B3. Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air) dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme.

  Ada 4 teknik dasar yang biasa digunakan dalam bioremediasi :

  1. Stimulasi aktivitas mikroorganisme asli (di lokasi tercemar) dengan penambahan nutrien, pengaturan kondisi redoks, optimasi pH, dsb,
  2. Inokulasi (penanaman) mikroorganisme di lokasi tercemar, yaitu mikroorganisme yang memiliki kemampuan biotransformasi khusus,
  3. Penerapan immobilized enzymes,

4. Penggunaan tanaman (phytoremediation) untuk menghilangkan atau mengubah pencemar.

Bioremediasi juga merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut, peristiwa tersebut disebut dengan biotransformasi. Pada banyak kasus, biotransformasi berujung pada biodegradasi, dimana polutan yang beracun terdegradasi sehingga strukturnya menjadi tidak kompleks. Hasil akhir dari biodegradasi tersebut menghasilkan metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun.

Bioremediasi telah berkembang pada perawatan limbah buangan yang berbahaya (senyawa-senyawa kimia yang sulit untuk didegradasi), yang biasanya dihubungkan dengan kegiatan industri. Yang termasuk dalam polutan-polutan ini antara lain logam-logam berat, petroleum hidrokarbon, dan senyawa-senyawa organik terhalogenasi seperti pestisida, herbisida, dan lain-lain. Banyak aplikasi-aplikasi baru menggunakan mikroorganisme untuk mengurangi polutan yang sedang diujicobakan. Bioremediasi saat ini didukung oleh pengetahuan yang lebih baik mengenai bagaimana polutan dapat didegradasi oleh mikroorganisme, identifikasi jenis-jenis mikroba yang baru dan bermanfaat, dan kemampuan untuk meningkatkan bioremediasi melalui teknologi genetik.

Strain atau jenis mikroba rekombinan yang diciptakan di laboratorium dapat lebih efisien dalam mengurangi polutan yaitu bakteri "pemakan minyak". Bakteri ini dapat mengoksidasi senyawa hidrokarbon yang umumnya ditemukan pada minyak bumi. Strain ini belum mampu

untuk mendegradasi komponen-komponen molekular yang lebih berat yang cenderung bertahan di lingkungan.

Jenis-jenis bioremediasi adalah :

a. Biostimulasi

   Mikroorganisme untuk melakukan metabolismenya membutuhkan nutrien yang cukup. Untuk memperlancar pertumbuhan mikroorganisme sehingga proses bioremediasi berjalan dengan cepat sengaja ditambahkan nutrien dalam bentuk cair atau gas ke dalam air atau tanah yang tercemar untuk aktivitas bakteri remediasi yang telah ada di dalam air atau tanah tersebut.

b. Bioaugmentasi

   Mikroorganisme yang dapat membantu membersihkan kontaminan tertentu ditambahkan ke dalam air atau tanah yang tercemar. Cara ini sering digunakan dalam menghilangkan kontaminasi di suatu tempat. Namun ada beberapa hambatan ketika cara ini digunakan, yaitu sangat sulit untuk mengontrol kondisi situs yang tercemar agar mikroorganisme dapat berkembang dengan optimal.

c. Bioremediasi Intrinsik

   Bioremediasi jenis ini terjadi secara alami di dalam air atau tanah yang tercemar.

- Fitoremediasi

  Fitoremediasi, yaitu *phyto* yang berasal dari kata Yunani *phyton* ("tumbuhan") dan remediation yang berasal dari kata Latin *remedium* ("menyembuhkan") dalam hal ini berarti juga "menyelesaikan masalah dengan cara

memperbaiki kesalahan atau kekurangan". Fitoremediasi didefinisikan sebagai penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik. Fitoremedasi juga merupakan penggunaan tumbuhan untuk mengabsorbsi dan mengakumulasi bahan-bahan beracun dari tanah.

Keuntungan paling besar dalam penggunaan fitoremediasi adalah biaya operasi lebih murah bila dibandingkan pengolahan konvensional lain seperti insinerasi, pencucian tanah berdasarkan sistem kimia dan energi yang dibutuhkan. Prinsip dasar teknologi fitoremediasi adalah memulihkan tanah terkontaminasi, memperbaiki sludge, sedimen dan air bawah tanah melalui proses pemindahan, degradasi atau stabilisasi suatu kontaminan. Proses teknologi fitoremediasi berjalan secara alami dengan enam tahapan proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan / pencemar disekitarnya.

Ada 4 faktor yang mempengaruhi fitoremediasi yaitu :

1. Kemampuan daya akumulasi berbagai jenis tanaman untuk berbagai jenis polutan dan konsentrasi, sifat kimia dan fisika, dan sifat fisiologi tanaman.
2. Jumlah zat kimia berbahaya.
3. Mekanisme akumulasi dan hiperakumulasi ditinjau secara fisiologi, biokimia, dan molecular.
4. Kesesuaian sistem biologi dan evolusi pada akumulasi polutan.

Fitoremediasi juga memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan metode konvensional lain untuk menanggulangi masalah pencemaran, yaitu :

- Biaya operasional relatif murah
- Tanaman bisa dengan mudah dikontrol pertumbuhannya.
- Kemungkinan penggunaan kembali polutan yang bernilai seperti emas (Phytomining).
- Merupakan cara remediasi yang paling aman bagi lingkungan karena memanfaatkan tumbuhan.
- Memelihara keadaan alami lingkungan

Kelemahan fitoremediasi adalah kemungkinan yang timbul bila tanaman yang telah menyerap polutan tersebut dikonsumsi oleh hewan dan serangga. Dampak negatifnya adalah terjadi keracunan bahkan kematian pada hewan dan serangga atau terjadinya akumulasi logam pada predator-predator jika mengkonsumsi tanaman yang telah digunakan dalam proses fitoremediasi. Selain itu, membutuhkan waktu yang relatif lama untuk membersihkan limbah B3, terutama dalam skala besar dan akan membawa senyawa beracun ke dalam rantai makanan dalam ekosistem.

Penggunaan tumbuhan untuk remediasi air tercemar, seperti enceng gondok dapat digunakan untuk menghilangkan polutan, karena fungsinya sebagai sistem filtrasi biologis, menghilangkan nutrien mineral, untuk menghilangkan logam berat seperti cuprum, aurum, cobalt, strontium, merkuri, timah, kadmium dan nikel.

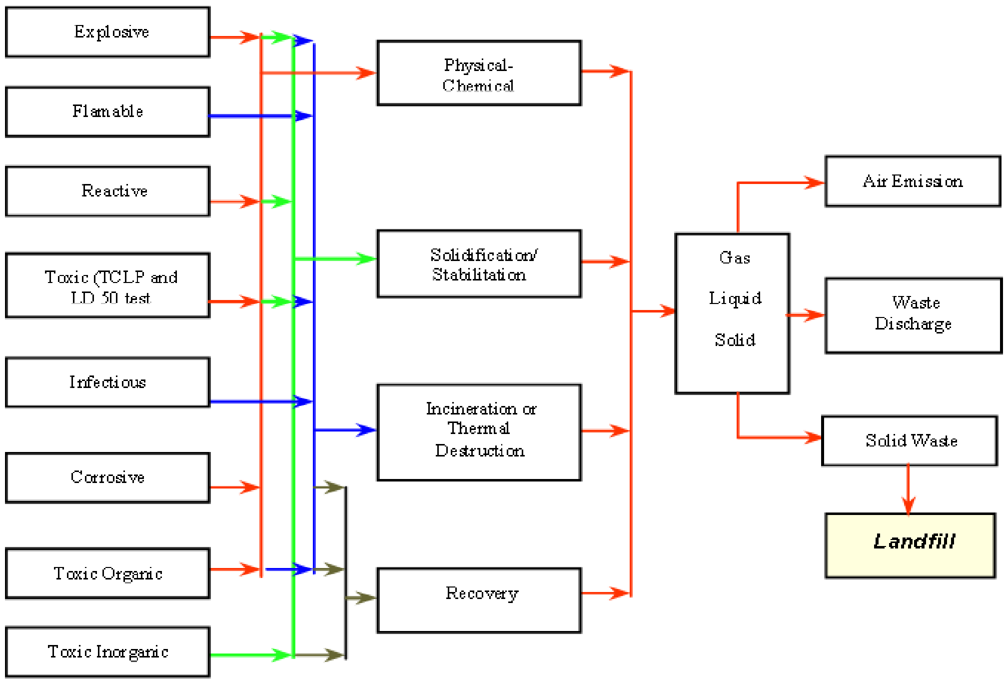
8). Penerapan Sistem Pengolahan Limbah B3

Penerapan sistem pengolahan limbah harus disesuaikan dengan jenis dan karakterisasi dari limbah yang akan diolah dengan memperhatikan 5 hal sebagai berikut :

- Biaya pengolahan murah,

- Pengoperasian dan perawatan alat mudah,
- Harga alat murah dan tersedia suku cadang,
- Keperluan lahan relatif kecil, dan
- Bisa mengatasi permasalahan limbah tanpa menimbulkan efek samping terhadap lingkungan.

Pemilihan teknologi alternatif alur proses pengolahan limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 6 berikut



:

Gambar 13Alur proses pengolahan limbah B3
Sumber:http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuB3/04BAB4.pdf

Kertangan:

- Baku mutu limbah cair wajib memenuhi persyaratan sebagaimana yang telah ditetapkan dalam Kep-men 03/1991 atau yang ditetapkan oleh Bapedal.

- Baku mutu emisi udara wajib memenuhi persyaratan sebagaimana yang telah ditetapkan dalam Kep-men 13/1995 atau yang ditetapkan oleh Bapedal.
- Penimbunan wajib memenuhi semua persyaratan yang tercantum dalam PP 19/1994 dan ketentuan lain yang ditetapkan.

Terdapat banyak teknik pengolahan limbah B3 di industri, tiga metode yang paling populer di antaranya ialah *chemical conditioning*, *solidification/Stabilization*, dan *incineration*.

(1) *Chemical Conditioning*

Salah satu teknologi pengolahan limbah B3 ialah *chemical conditioning*. Tujuan utama dari *chemical conditioning* ialah:

- Menstabilkan senyawa-senyawa organik yang terkandung di dalam lumpur
- Mereduksi volume dengan mengurangi kandungan air dalam lumpur
- Mendestruksi organisme patogen
- Memanfaatkan hasil samping proses *chemical conditioning*yang masih memiliki nilai ekonomi seperti gas methane yang dihasilkan pada proses *digestion*
- Mengkondisikan agar lumpur yang dilepas ke lingkungan dalam keadaan aman dan dapat diterima lingkungan.

Chemical conditioning terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

(a) *Concentration thickening*

Tahapan ini bertujuan untuk mengurangi volume lumpur yang akan diolah dengan cara meningkatkan kandungan padatan. Alat yang umumnya digunakan pada tahapan ini ialah *gravity thickener* dan *solid bowl centrifuge*. Tahapan ini pada dasarnya merupakan tahapan awal sebelum

limbah dikurangi kadar airnya pada tahapan *de-watering* selanjutnya.

(b) *Treatment, stabilization, and conditioning*

Tahapan kedua ini bertujuan untuk menstabilkan senyawa organik dan menghancurkan patogen. Proses stabilisasi dilakukan melalui proses pengkondisian secara kimia, fisika, dan biologi. Pengkondisian secara kimia berlangsung dengan adanya proses pembentukan ikatan bahan-bahan kimia dengan partikel koloid. Pengkondisian secara fisika berlangsung dengan jalan memisahkan bahan-bahan kimia dan koloid dengan cara pencucian dan destruksi. Pengkondisian secara biologi berlangsung dengan adanya proses destruksi dengan bantuan enzim dan reaksi oksidasi. Proses-proses yang terlibat pada tahapan ini ialah*lagooning*, *anaerobic digestion*, *aerobic digestion*, *heat treatment*,*polyelectrolite flocculation*, *chemical conditioning*, dan *elutriation*.

(c) De-watering and drying

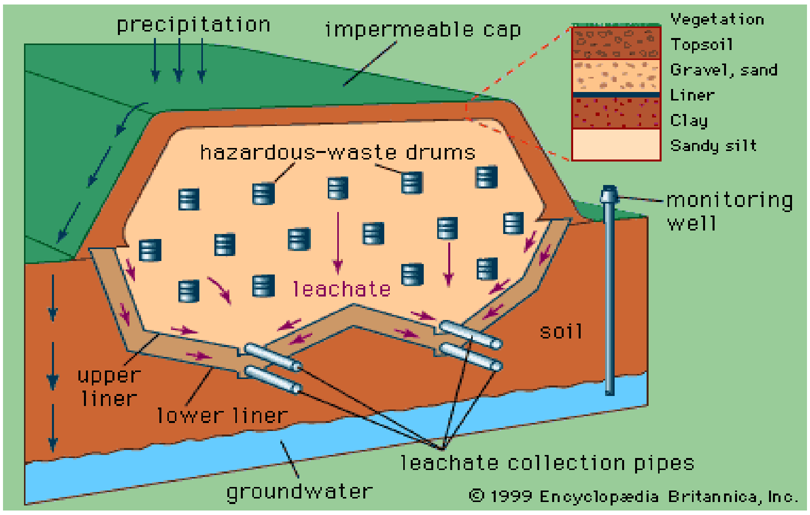
De-watering and drying bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan air dan sekaligus mengurangi volume lumpur. Proses yang terlibat pada tahapan ini umumnya ialah pengeringan dan filtrasi. Alat yang biasa digunakan adalah *drying bed*, *filter press*, *centrifuge*, *vacuum filter*, dan *belt press*.

(d) *Disposal* (pembuangan)

Limbah B3 yang telah diolah atau tidak dapat diolah dengan teknologi yang tersedia harus berakhir pada pembuangan (*disposal*). Tempat pembuangan akhir digunakan untuk limbah B3 ialah *landfill* (lahan urug) dan

disposal well (*sumur pembuangan*). Di Indonesia, peraturan secara rinci mengenai pembangunan lahan urug telah diatur oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) melalui Kep-04/BAPEDAL/09/1995.*Landfill* untuk penimbunan limbah B3 diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu: (1) *secured landfill double liner*, (2) *secured landfill single liner*, dan (3) *landfill clay liner* dan masing-masing memiliki ketentuan khusus sesuai dengan limbah B3 yang ditimbun.

Dimulai dari bawah, bagian dasar *secured landfill* terdiri atas tanah setempat, lapisan dasar, sistem deteksi kebocoran, lapisan tanah penghalang, sistem pengumpulan dan pemindahan lindi (*leachate*), dan lapisan pelindung. Untuk kasus tertentu, di atas dan/atau di bawah sistem pengumpulan dan pemindahan lindi harus dilapisi geomembran. Sedangkan bagian penutup terdiri dari tanah penutup, tanah tudung penghalang, tudung geomembran, pelapis tudung drainase, dan pelapis tanah untuk tumbuhan dan vegetasi penutup. *Secured landfill* harus dilapisi sistem pemantauan kualitas air tanah dan air pemukiman di sekitar lokasi agar mengetahui apakah *secured landfill* bocor atau tidak. Selain itu, lokasi *secured landfill* tidak boleh dimanfaatkan agar tidak beresiko bagi manusia dan habitat di sekitarnya. Berikut ini Gambar 7. *Secured Landfill.*



Gambar 14. ***Secured Landfill***

Sumber:http://majarimagazine.com/2008/01/teknologi-pengolahan-limbah-b3/

(1) Secured Landfill.

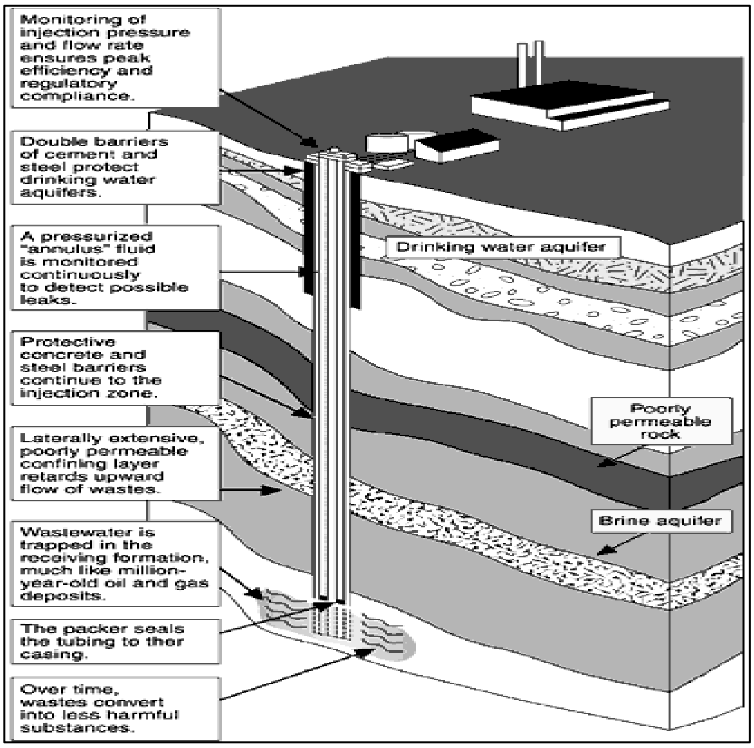
Faktor hidrogeologi, geologi lingkungan, topografi, dan faktor-faktor lainnya harus diperhatikan agar *secured landfill* tidak merusak lingkungan. Pemantauan pasca-operasi harus terus dilakukan untuk menjamin bahwa badan air tidak terkontaminasi oleh limbah B3.

Sumur injeksi atau sumur dalam (*deep well injection*) digunakan di Amerika Serikat sebagai salah satu tempat pembuangan limbah B3 cair (*liquid hazardous wastes*). Pembuangan limbah ke sumur dalam merupakan suatu usaha membuang limbah B3 ke dalam formasi geologi yang berada jauh di bawah permukaan bumi yang memiliki kemampuan mengikat limbah, sama halnya formasi tersebut memiliki kemampuan menyimpan cadangan minyak dan gas bumi. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam pemilihan tempat ialah strktur dan kestabilan geologi serta hidrogeologi wilayah setempat.

Limbah B3 diinjeksikan se dalam suatu formasi berpori yang berada jauh di bawah lapisan yang mengandung air tanah. Di antara lapisan tersebut harus terdapat lapisan *impermeable* seperti *shale* atau tanah liat yang cukup tebal sehingga *cairan* limbah tidak dapat bermigrasi. Kedalaman sumur ini sekitar 0,5 hingga 2 mil dari permukaan tanah.

Tidak semua jenis limbah B3 dapat dibuang dalam sumur injeksi karena beberapa jenis limbah dapat mengakibatkan gangguan dan kerusakan pada sumur dan formasi penerima limbah. Hal tersebut dapat dihindari dengan tidak memasukkan limbah yang dapat mengalami presipitasi, memiliki partikel padatan, dapat membentuk emulsi, bersifat asam kuat atau basa kuat, bersifat aktif secara kimia, dan memiliki densitas dan viskositas yang lebih rendah daripada cairan alami dalam formasi geologi.

Hingga saat ini di Indonesia belum ada ketentuan mengenai pembuangan limbah B3 ke sumur dalam (*deep injection well*). Pembuangan limbah B3 melalui Deep *Injection Well,* metode ini masih mejadi kontroversi dan masih diperlukan pengkajian yang komprehensif terhadap efek yang mungkin ditimbulkan.



Gambar 15*Deep Injec*

Sumber: http://majarimagazine.com/2008/01/teknologi-pengolahan-limbah-b3/

(2) *Solidification/Stabilization*

Teknologi *solidification/stabilization* diterapkan untuk mengolah limbah B3. Secara umum stabilisasi adalah sebagai proses pencampuran limbah dengan bahan tambahan (aditif) dengan tujuan menurunkan laju migrasi bahan pencemar dari limbah serta untuk mengurangi toksisitas limbah tersebut. Sedangkan solidifikasi adalah sebagai proses pemadatan suatu bahan berbahaya dengan penambahan aditif.

Proses solidifikasi/ stabilisasi berdasarkan mekanismenya dapat dibagi menjadi 6 golongan, yaitu:

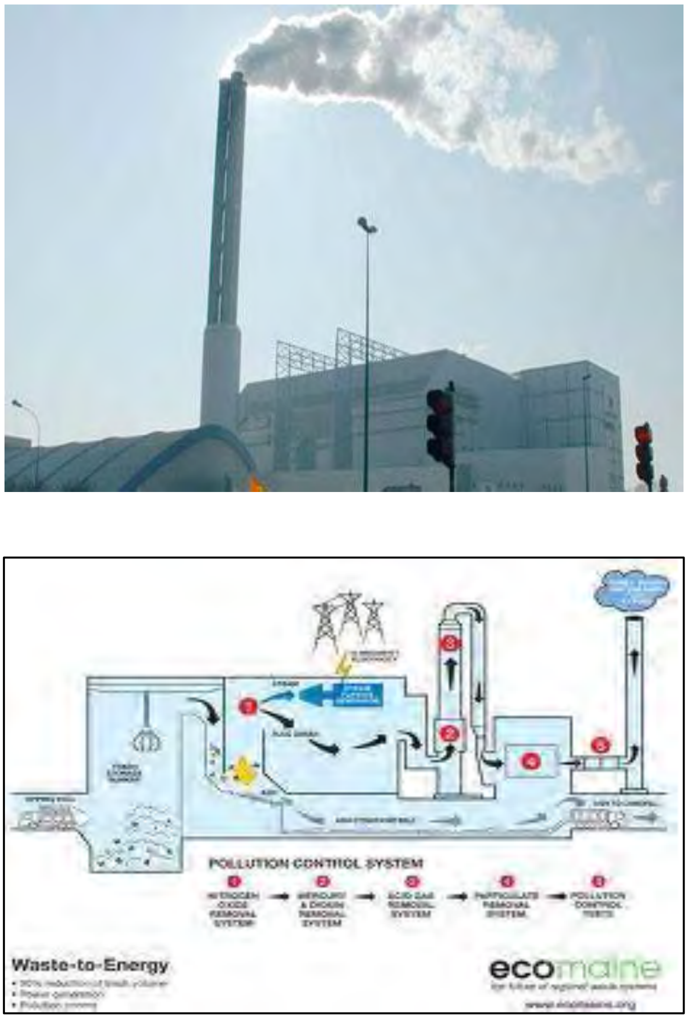
1. *Macroencapsulation*, yaitu proses dimana bahan berbahaya dalam limbah dibungkus dalam matriks struktur yang besar.
2. *Microencapsulation*, yaitu proses yang mirip macroencapsulation tetapi bahan pencemar terbungkus secara fisik dalam struktur kristal pada tingkat mikroskopik.
3. *Precipitation*
4. *Adsorpsi*, yaitu proses dimana bahan pencemar diikat secara elektrokimia pada bahan pemadat melalui mekanisme adsorpsi.
5. *Absorbsi*, yaitu proses solidifikasi bahan pencemar dengan menyerapkannya ke bahan padat.
6. *Detoxification*, yaitu proses mengubah suatu senyawa beracun menjadi senyawa lain yang tingkat toksisitasnya lebih rendah atau bahkan hilang sama sekali.

Teknologi solidikasi/stabilisasi umumnya menggunakan semen, kapur ($CaOH_2$), dan bahan termoplastik. Metoda yang diterapkan di lapangan ialah metoda *in-drum mixing, in-situ mixing*, dan*plant mixing*. Peraturan mengenai solidifikasi/stabilitasi diatur oleh BAPEDAL berdasarkan Kep-03/BAPEDAL/09/1995 dan Kep-04/BAPEDAL/09/1995.

(3) *Incineration* (pembakaran)

Insinerasi mengurangi volume dan massa limbah hingga sekitar 90% (volume) dan 75% (berat). Teknologi ini sebenarnya bukan solusi final dari sistem pengolahan limbah padat karena pada dasarnya hanya memindahkan limbah dari bentuk padat yang kasat mata ke bentuk gas yang tidak kasat mata. Proses insinerasi menghasilkan energi dalam bentuk panas. Namun, insinerasi memiliki beberapa kelebihan di mana sebagian besar dari komponen limbah B3 dapat dihancurkan dan limbah berkurang dengan cepat. Selain itu, insinerasi memerlukan lahan yang relatif kecil.

Aspek penting dalam sistem insinerasi adalah nilai kandungan energi (*heating value*) limbah. Selain menentukan kemampuan dalam mempertahankan berlangsungnya proses pembakaran, heating value juga menentukan banyaknya energi yang dapat diperoleh dari sistem insinerasi. Jenis insinerator yang paling umum diterapkan untuk membakar limbah padat B3 ialah *rotary kiln*, *multiple hearth*, *fluidized bed*, *open pit*, *single chamber*, *multiple chamber*, *aqueous waste injection*, dan *starved air unit*. Dari semua jenis insinerator tersebut, *rotary kiln* mempunyai kelebihan karena alat tersebut dapat mengolah limbah padat, cair, dan gas secara simultan.



Gambar 16. *Incineration*

Sumber : http://www.treehugger.com/ corporate-responsibility/are-local incinerators-just-a-load-of-hot-air.html

Kegiatan 2 :

Setelah mempelajari kajian tentang limbah B3, buatlah kelompok diskusi sebanyak 5-6 orang teman anda, dan diskusikan hal dibawah ini:

a. Carilah sebanyak mungkin contoh limbah yang dihasilkan oleh industri kimia dan identifikasi masing-masing contoh limbah berdasarkan karakteristiknya dan golongkanlah contoh limbah yang anda cari tersebut apakah termasuk limbah B3 atau non B3! Bandingkan dan simpulkan hasil tugas anda dengan kelompok lain!

b. Diskusikan dan carilah berbagai referensi yang membahas apakah limbah radioaktif termasuk ke dalam limbah B3 atau non B3? Berikan alasannya.! Laporkan hasil diskusi anda dalam bentuk laporan!

b. Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun (Non B3)

1). Sistem Pengelolaan Sampah

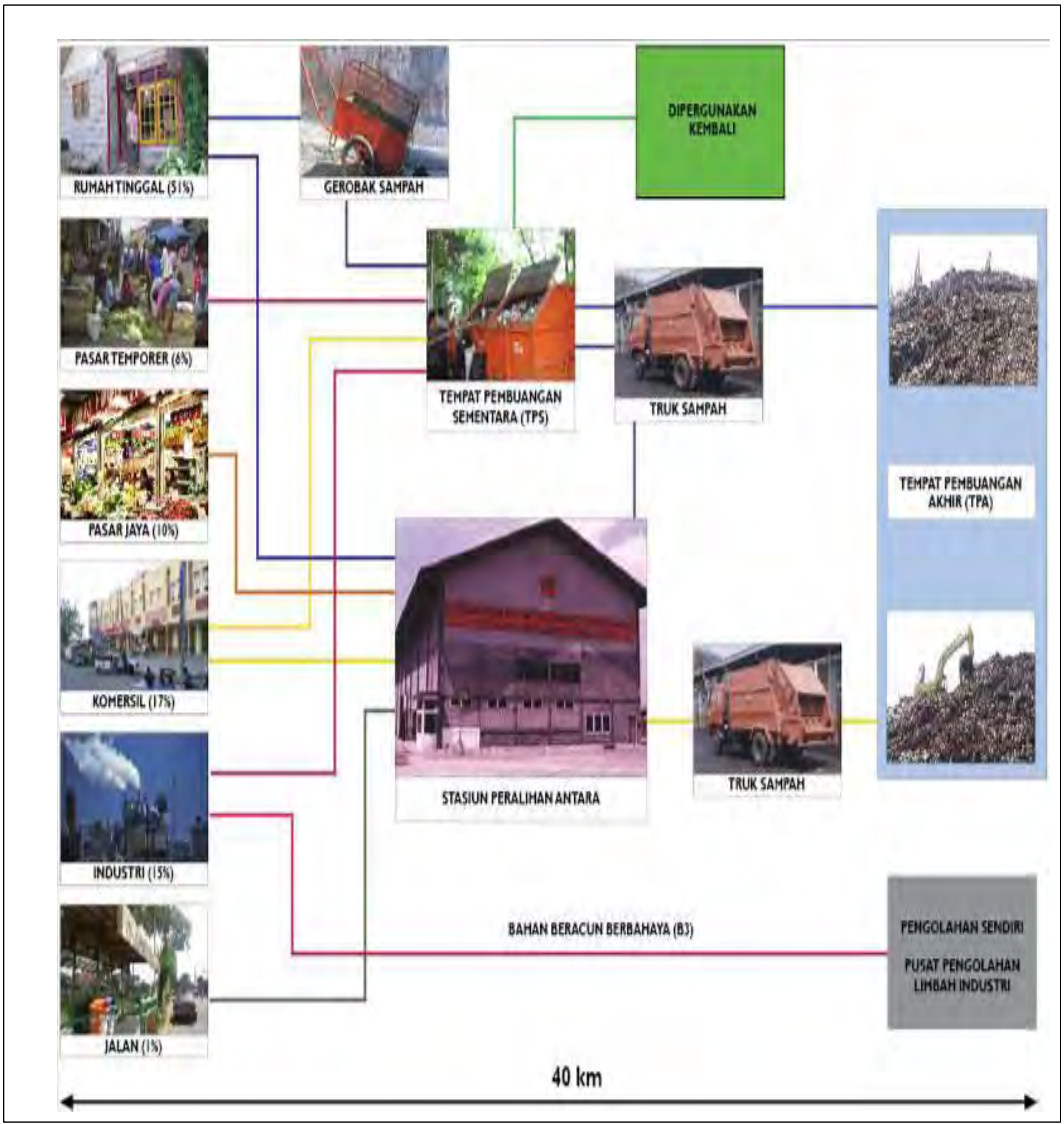
Kegiatan 3

Pernahkah anda memikirkan bagaimana perjalanan sampah yang dibuang, misal mulai dari rumah/industri hingga lokasi pembuangan akhir (TPA)?Coba anda mencari informasi tentang pengelolaan sampah disekitar rumah anda!Dapatkah Anda menceritakan bagaimana perjalanan sampah yang kita hasilkan dari rumah hingga sampai di pembuangan akhir

Diperkirakan setiap harinya rata-rata setiap penduduk menghasilkan 2-3 liter sampah, sehingga jumlah sampah yang dihasilkan oleh warga Daerah Khusus Ibu Kota (DKI) mencapai 6000 ton. Percayakan Anda bahwa jumlah ini setara dengan

tumpukan sampah setinggi gedung-gedung perkantoran yang ada di kota-kota besar misal di Jalan Sudirman Jakarta?

Gambar berikut ini adalah perjalanan setumpuk sampah dari berbagai sumber sampah di sebuah kota menuju TPA.



Gambar 17. Sistem pengelolaan sampah

Sumber: http://dandysmainfile.blogspot.com/2012/01/study-manajemen-pengelolaan-sampah-2012.html#.UodKkNKBmRs

Keterangan gambar:

TPS= tempat pembuangan sementara

TPA = tempat pembuangan akhir

B3 = Bahan Berbahaya dan Beracun

PPLI = Pusat Pengolahan Limbah Industri

Sistem pengelolaan sampah (Gambar 10) terlihat bahwa penghasil sampah terbesar (lebih dari 50%) adalah rumah tangga. Jika setiap anggota masyarakat secara aktif mengelola sampah rumah tangga sebagai wujud tanggung jawabnya, maka jumlah beban sampah di TPA akan jauh berkurang. Jarak rata-rata sumber sampah ke TPA adalah 40 km, karena lokasi TPA berada di luar batas wilayah DKI Jakarta. Hal ini juga banyak terjadi di kota besar lainnya di Indonesia, yang sering berakibat pada protes masyarakat yang tinggal dekat dengan TPA. Dengan mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA, ceceran air sampah yang terjadi selama pengangkutan sampah juga akan berkurang, dan biaya truk serta bahan bakar juga akan jauh berkurang.

Tumpukan sampah bukan hanya mengganggu kesehatan, namun juga mengancam nyawa manusia! Seperti yang terjadi di Bandung tahun 2005 lalu – TPA Leuwigajah yang menyebabkan meninggalnya lebih dari 140 nyawa tertimbun longsor sampah sejumlah jutaan meter kubik dalam semalam. Tahun 2006 yang lalu kejadian serupa pun terjadi di TPA Bantargebang, yang menewaskan sejumlah pemulung. Kejadian menyedihkan ini tentunya dapat dicegah jika sampah dapat kita kurangi dan diolah semaksimal mungkin mulai dari sumbernya, yang salah satunya adalah lingkungan rumah tangga kita sendiri.

- **Kerusakan Lingkungan Akibat Sampah**



Gambar 18. Kerusakan Lingkungan Akibat Sampah
Sumber: http://wartakota.tribunnews.com/2013/03/18/ larangan - buang-sampah-di-sungai

Gambar pemandangan yang sering dijumpai di kota besar: sungai yang dipadati sampah lindi**.** Lindi lebih dikenal sebagai air sampah yang baunya sangat menyengat. Lindi adalah substansi cairan yang dihasilkan dalam proses pembusukan sampah. Seringkali lindi bercampur dengan air hujan sehingga jumlahnya menjadi sangat banyak, seperti sering kita lihat menetes dari truk yang mengangkut sampah di jalan raya. Lindi mengandung zat berbahaya apalagi jika berasal dari sampah yang tercampur. Jika tidak diolah secara khusus, lindi dapat mencemari sumur air tanah, air sungai, hingga air laut dan menyebabkan kematian biota (makhluk hidup) laut.

- **TPA Lahan Urug Saniter *(Sanitary Landfill)***

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) jenis ini menerapkan sistem pengendalian pencemaran akibat sampah yang sangat ketat. Setiap hari, sampah yang ditimbun harus dipadatkan dan ditutup kembali dengan lapisan tanah menggunakan alat berat seperti

buldozer. Lapisan dasar TPA menggunakan bahan tertentu sehingga lindi tidak meresap ke air tanah, melainkan dialirkan ke instalasi pengolahan lindi yang telah disiapkan. *Sanitary Landfill* juga dilengkapi dengan jaringan pipa gas untuk mengendalikan gas metana (gas berbahaya yang dapat menyebabkan kebakaran) yang timbul akibat proses biokimia yang terjadi pada sampah di TPA. Biaya operasional TPA jenis ini tidak murah.



Gambar 19. ***Sanitary Landfill***
Sumber: https://durianburgdavao.wordpress.com/2010/02/19/the-davao-city-p268-million-sanitary-landfill/

- **TPA Penimbunan Terbuka *(Open Dumping)***



Gambar 20. ***Open dumping***

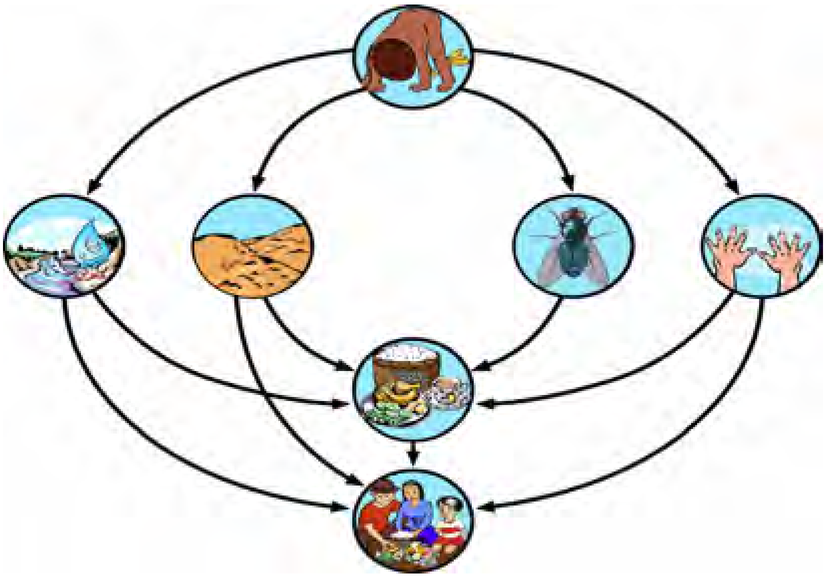
Sumber: http://www.airlimbahku.com/2013/05/
menuju-tpa-sanitary-lan Sdfill.html

Umumnya TPA yang ada di kota-kota besar di Indonesia menggunakan metoda penimbunan terbuka (*open dumping*). Sampah yang ditimbun dibiarkan terbuka atau tidak ditutup secara harian dengan tanah, dan sistem pengumpulan dan pengolahan lindi (air sampah) tidak optimal. Gas metana yang timbul akibat reaksi biokimia sampah tidak dikendalikan sehingga sering terjadi kebakaran di TPA. TPA jenis ini sangat merusak lingkungan dan menjadi sumber berbagai penyakit dan masalah lainnya seperti longsor.

- **Ancaman Penyakit Akibat Kotoran Manusia dan Sampah**

Dari seluruh jumlah sampah yang dihasilkan penduduk DKI Jakarta setiap hari, 13% nya tidak dapat ditangani oleh Dinas Kebersihan (data Dinas Kebersihan, 2005). Jumlah ini termasuk

sampah yang dibuang langsung ke sungai, selokan, tercecer di jalan, dibakar, atau ditimbun di lahan kosong yang sering disebut TPA (Tempat Pembuangan Akhir) / TPS (Tempat Pembuangan Sementara) liar. Apa akibatnya dengan kesehatan keluarga kita ?



Gambar 21. Diagram transmisi kuman

Sumber: EHP 1999

Dari diagram diatas, lalat merupakan salah satu ’jalur pengantar’ kuman yang utama. Sampah yang berceceran, terutama sampah organik atau yang mudah membusuk sangat digemari oleh lalat. Oleh sebab itu, melalui pengolahan sampah organik yang baik, kita akan mempersempit kesempatan lalat untuk hinggap dan berkembang biak. Begutu pula halnya dengan tikus, karena sampah yang tercampur adalah tempat favorit tikus untuk bersarang.

2). Jenis-Jenis Sampah

Setiap hari manusia menghasilkan sampah yang jenisnya tergantung dari aktivitasnya. Setiap jenis memiliki metoda

pengolahan yang berbeda. Sampah yang tercampur menyebabkan biaya pengolahan menjadi mahal. Oleh karena itu, kunci dari pengelolaan sampah adalah pemilahan, atau pemisahan antara jenis sampah yang satu dengan jenis sampah yang lain. Marilah kita memahami lebih lanjut apa saja jenis sampah dan bagaimana pengolahan masing-masing.

- Sampah Organik



Gambar 22. Sampah organik
Sumber: http://anekamesin.com/pemanfaatan-sampah-organik-yang-ada-di-lingkungan.html

Sampah organik atau sering disebut sampah basah adalah jenis sampah yang berasal dari jasad hidup sehingga mudah membusuk dan dapat hancur secara alami. Contohnya adalah sayuran, daging, ikan, nasi, dan potongan rumput/ daun/ ranting dari kebun. Kehidupan manusia tidak dapat lepas dari sampah organik setiap harinya. Pembusukan sampah organik terjadi karena proses biokimia akibat penguraian materi organik sampah itu sendiri oleh mikroorganime (makhluk hidup yang sangat kecil) dengan dukungan faktor lain yang terdapat di lingkungan. Metoda pengolahan sampah organik yang paling tepat tentunya adalah

melalui pembusukan yang dikendalikan, yang dikenal dengan pengomposan atau komposting.

- Sampah Non-organik



Gambar 23. Sampah non-organik
Sumber: http://mamagilang.blogspot.com/2012/12/mengurangi-penggunaan-sampah-anorganik.html

Sampah non-organik atau sampah kering atau sampah yang tidak mudah busuk adalah sampah yang tersusun dari senyawa non-organik yang berasal dari sumber daya alam tidak terbaharui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Contohnya adalah botol gelas, plastik, tas plastik, kaleng, dan logam. Sebagian sampah non-organik tidak dapat diuraikan oleh alam sama sekali, dan sebagian lain dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Mengolah sampah non-organik erat hubungannya dengan penghematan sumber daya alam yang digunakan untuk membuat bahan-bahan

tersebut dan pengurangan polusi akibat proses produksinya di dalam pabrik.

Perbandingan lamanya sampah organik dan non-organik hancur dapat dilihat pada tabel 3. berikut:

Tabel 5. Jenis Sampah dan Lamanya Hancur

Jenis Sampah	Lama Hancur
Kertas	2-5 bulan
Kulit Jeruk	6 bulan
Dus Karton	5 bulan
Filter Rokok	10-12 tahun
Kantong Plastik	10-20 tahun
Kulit Sepatu	25-40 tahun
Pakaian/Nylon	30-40 tahun
Plastik	50-80 tahun
Alumunium	80-100 tahun
Styrofoam	tidak hancur

- **Gelas / Kaca**



Tabel 6. Sampah gelas di pantai
Sumber: http://log.viva.co.id/news/read/382362-pantai-yang-tercipta-oleh-tumpukan-sampah-gelas



Tabel 7. Sampah gelas/ kaca

Sampah gelas dapat didaur ulang dengan menghancurkan, melelehkan, dan memproses kembali sebagai bahan baku dengan temperatur tinggi sampai menjadi cairan gelas dan kemudian dicetak. Jika dibuang, sampah gelas membutuhkan ratusan bahkan ribuan tahun untuk bisa hancur dan menyatu Sebagian besar kaleng dibuat dari aluminium melalui proses yang membutuhkan banyak energi. Sampah kaleng dapat didaur ulang dengan melelehkan dan menjadikan batang aluminium sebagai bahan dasar produk baru. Dengan demikian, sumber energi dapat

dihemat, polusi dapat dikurangi, dan sumber daya bauksit, kapur dan soda abu sebagai bahan dasar aluminium dapat dihemat.

- **Kaleng**



Gambar 24. Sampah kaleng
Sumber: http://www.hidayatullah.com/read/2013/08/26/6046/makanan-sampah.html

Sebagian besar kaleng dibuat dari aluminium melalui proses yang membutuhkan banyak energi. Sampah kaleng dapat didaur ulang dengan melelehkan dan menjadikan batang aluminium sebagai bahan dasar produk baru. Dengan demikian, sumber energi dapat dihemat, polusi dapat dikurangi, dan sumber daya bauksit, kapur dan soda abu sebagai bahan dasar aluminium dapat dihemat.

- **Plastik**



Gambar 20. Sampah plastik

Sumber: http://www.repubikla.co.id

Smpah plastik termasuk sampah yang tidak dapat hancur dan menyatu dengan tanah. Plastik yang bahan dasarnya minyak bumi sudah menjadi gaya hidup sehari-hari manusia, sebagai bahan pembungkus maupun pengganti alat dan perabotan seperti gelas / sendok / piring plastik, dan kemasan makanan dan minuman. Daur ulang plastik dapat dilakukan dengan melelehkan dan menjadikan bijih plastik sebagai bahan dasar produk baru. Hal ini membutuhkan mesin yang relatif mahal dan dapat mengganggu pemukiman, sehingga tidak dianjurkan bagi rumah tangga. Yang dapat kita lakukan adalah memakai barang-barang yang terbuat dari plastik secara berulang-ulang, atau membuat kreativitas dari sampah plastik.

- **Styrofoam**



Gambar 25. Sampah Styrofoam

Sumber: http://www.kapsulpintar.com

Penduduk perkotaan saat ini cukup akrab dengan styrofoam yang sering digunakan sebagai pembungkus barang. Bahan ini dibuat

dari zat kimia yang berbahaya, yang apabila dibakar akan menimbulkan gas beracun. Pemakaian styrofoam sebisa mungkin perlu dihindari, karena selain berbahaya bagi kesehatan, sampahnya tidak dapat hancur secara alami.

- **Kertas**

Menghemat penggunaan kertas adalah cara terbaik. Selain mengurangi jumlah sampah, kita sekaligus menghemat jumlah pohon yang ditebang. Daur ulang kertas dapat dilakukan dengan menghancurkan dan membuat bubur kertas sebagai bahan dasar produk baru. Hal ini dapat juga dilakukan oleh rumah tangga, namun tidak dianjurkan untuk kertas koran karena banyak mengandung logam berat.



Gambar 26. Sampah kertas
Sumber: http://nationalgeographic.co.id

- **Bahan Berbahaya dan Beracun**



Gambar 27. Bahan berbahaya dan beracun
Sumber: http://www.indotekhnoplus.com/news

Sampah B3 adalah sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Sampah B3 yang sering terdapat di rumah tangga misalnya adalah baterei, pestisida (obat serangga), botol aerosol, cairan pembersih (karbol), dan lampu neon. Jika dibuang ke lingkungan atau dibakar, sampah-sampah ini dapat mencemari tanah dan membahayakan kesehatan. Pengolahan sampah B3 ini dilakukan secara khusus di lokasi khusus yang membutuhkan pengawasan ketat dari pemerintah. Pemerintah Indonesia telah menentukan lokasi khusus di Cileungsi, Jawa Barat sebagai instalasi pengolahan limbah B3.

Kegiatan 3

Setelah memahami jenis-jenis sampah yang ada di rumah tangga, tentukanlah bersama-sama dalam kelompok, komposisi sampah yang ada di lingkungan RT atau RW anda. Tuliskanlah hasilnya dalam tabel yang tersedia berikut ini.! Bagaimana anda memilah-milah sampah disekitar anda ! buatlah resumenya!

Tabel 8. Jenis Sampah

No	JENIS SAMPAH	BERAT (Kg)	PERSEN (%)
1	Sampah Organik (Sisa sayur, daging, ikan, nasi, daun, ranting, potongan rumput)		
2	Sampah Non-organik (Plastik, kertas, karton, kardus, kaleng, logam, gelas/kaca)		
3	Sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Baterai, cairan kimia pembersih, pestisida, botol aerosol, obat-obatan		
4	Sampah lainnya (Styrofoam, kain, karet, popok / pembalut, kabel, dll)		
TOTAL			

3). Pengelolaan Sampah

1. Merencanakan Pengelolaan Sampah

   a. Pemetaan Sistem dan Fasilitas Kebersihan

   Pemetaan lingkungan sangat berguna untuk mengetahui kondisi fisik lingkungan dan interaksi masyarakat yang terkait dengan pengelolaan sampah saat ini di lingkungan RT atau RW. Selain kita dapat mengetahui potensi sarana dan prasarana yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan sistem, pemetaan juga berfungsi mengetahui lebih rinci permasalahan yang ditemui di lapangan, misalnya titik-titik penumpukan sampah, pembakaran sampah, dan TPS liar. Pemetaan paling baik dilakukan dengan menelusuri wilayah masyarakat (transect walk). Namun jika tidak atau belum

memungkinkan, pemetaan lingkungan dapat dilakukan secara lebih sederhana.

b. Panduan Penelusuran Wilayah

Untuk melakukan ini tim harus mencatat secara sistematis apa yang Anda dengar dan lihat. Tim sebaiknya terdiri dari gabungan ibu kader, ketua RT/RW, para pemuda, agar informasi yang terkumpul mewakili berbagai sudut pandang berbagai anggota masyarakat. Kegiatan pemetaan lingkungan terdiri dari pengamatan langsung kondisi kebersihan di lingkungan RT atau RW, kondisi sarana dan prasarana penunjang kebersihan, dan melakukan wawancara dengan anggota masyarakat maupun petugas gerobak mengenai rute pengumpulan sampah dan permasalahan sampah pada umumnya. Pengambilan foto untuk hal-hal yang dianggap penting juga sangat membantu kelengkapan hasil pemetaan.

Kegiatan : 4

Gunakanlah materi ini dalam belajar pemetaan fasilitas persampahan. Buatlah kesepakatan antara kelompok teman anda dan kelompok lainnya tentang simbol atau singkatan yang akan digunakan (tabel 5)! Isilah atau gambarkan simbo-simbol dari hasil pengamatan atau observasi anda! Buatlah beberapa pertanyaan selain yang ada pada tabel observasi! Diskusikan hasil observasi dengan teman satu kelompok anda! Presentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas !

Tabel 9. Panduan pemetaan fasilitas persampahan

NO	FASILITAS	SIMBOL	OBSERVASI (PENGAMATAN)
1	Bak/tong sampah		• Tunjukkan lokasinya di peta, ambil foto Jelaskan kondisi: apakah ditutup/terbuka, kotor/terawat, penuh, sampah berceceran atau tidak? • Apakah bahan yang digunakan semen, plastic, logam, dll • Coba tanyakan berapa keluarga yang menggunakan tempat sampah tersebut
2	Penyimpanan barang bekas		• Coba tanyakan siapa pemilik tempat tersebut, apakah dia warga atau pengusaha yang menyewa tempat itu? • Ambil foto, tunjukkan lokasi di peta • Jika memungkinkan, coba tanyakan pada pengelola: barang bekas apa saja yang dikumpulkan, dan dijual kepada siapa barang tersebut dan kapan waktu pengangkutannya
3	Lahan pembuangan sampah		Tunjukkan lokasinya di peta, ambil foto • Coba tanyakan siapa

NO	FASILITAS	SIMBOL	OBSERVASI (PENGAMATAN)
			pemilik tanah tersebut, dan sejak kapan warga membuang sampah ke lahan itu • Amati dan catat: apakah Anda lihat pemukiman pemulung diatas lahan tersebut? Apa saja aktivitas yang terjadi di lahan tersebut (pemulungan, pembakaran sampah, dll)? • Coba tanyakan alasan warga membuang sampah ke lahan tersebut – tidak sanggup membayar biaya sampah, sudah budaya, lebih praktis, dll
4	Pembakaran sampah		Coba tanyakan apakah ada tempat dimana masyarakat melakukan pembakaran sampah. • Tunjukkan lokasinya di peta, ambil fotonya! • Amati dan catat: apakah sampah dibakar di lubang, menggunakan alat/tungku, atau diatas tanah? • Coba tanyakan siapa pemilik lahan tersebut; apakah pembakaran sampah

NO	FASILITAS	SIMBOL	OBSERVASI (PENGAMATAN)
			diorganisir atau dilakukan oleh individu, dan kapan biasanya pembakaran dilakukan: malam/siang hari
5	Gerobak sampah		Ambil foto, tunjukkan lokasinya di peta: apakah gerobak selalu parkir disitu? • Jika ada tukang sampah yang bertugas, coba tanyakan rute/jalur kerja gerobak tersebut mulai dari rumah tangga hingga ke TPS. Berapa rumah yang dilayaninya, dan berapa trip per hari?
6	TPS (Tempat Pembuangan Sementara)		Tunjukkan lokasinya di peta, ambil foto • Amati dan catat aktivitas di TPS: pemulungan, pembakaran, hewan ternak berkeliaran, truk mengangkut/membuang sampah, dll • Apakah area TPS dibatasi pagar? • Jika sedang ada petugas, coba tanyakan dari institusi mana – Dinas Kebersihan, kelurahan? Coba tanyakan jam kerja truk dan gerobak

NO	FASILITAS	SIMBOL	OBSERVASI (PENGAMATAN)
			di TPS, dan dari RT/RW mana saja TPS ini menerima sampah?
7	Akses jalan/gang		Untuk gang sempit, tanyakan apakah jalan tersebut mendapat pelayanan kebersihan: apakah gerobak dapat lewat, atau tukang sampah menggunakan cara lain? • Amati kondisi jalan: kotor/bersih, bau asap sampah, bau sampah, ada genangan air, dll
8	Penghijauan		Tandai di peta, rumah atau jalan yang lebih 'rimbun' dibandingkan wilayah lainnya. Ambil foto. • Tanyakan apakah penghijauan merupakan anjuran (program pemerintah) atau inisiatif sendiri

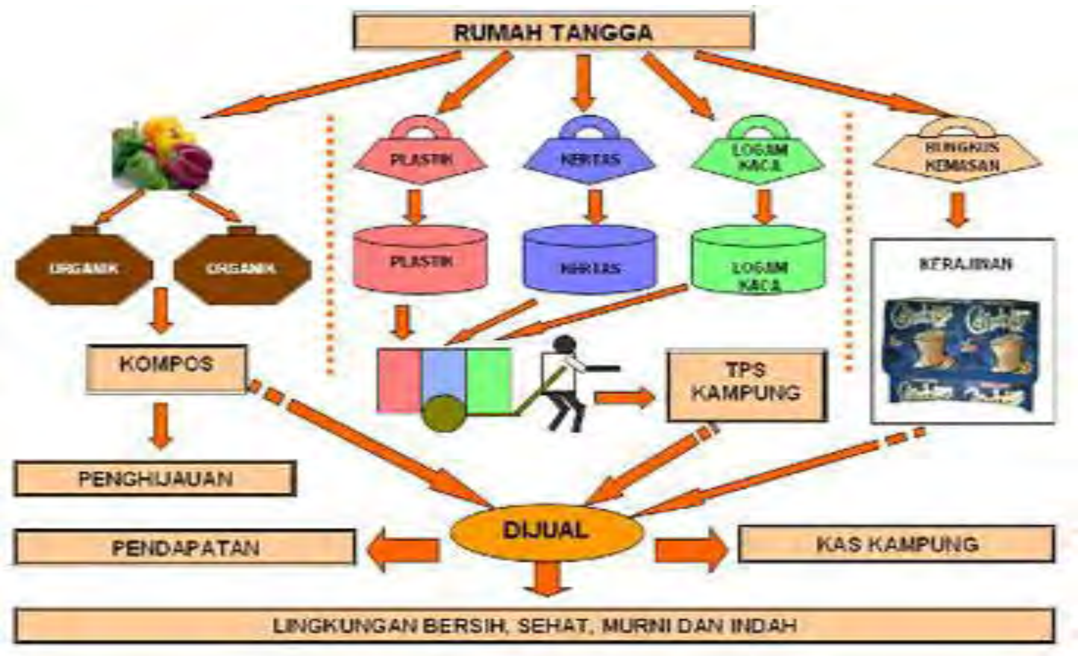
Kunci keberhasilan program kebersihan dan pengelolaan sampah terletak pada :

(1) Pemilahan

Tanpa pemilahan, pengolahan sampah menjadi sulit, mahal dan beresiko tinggi mencemari lingkungan dan

membayahakan kesehatan. Pemilahan adalah memisahkan antara jenis sampah yang satu dengan jenis yang lainnya. Minimal pemilahan menjadi dua jenis: sampah organik dan non organik. Sebab sampah organik yang menginap satu hari saja sudah dapat menimbulkan bau, namun tidak demikian halnya dengan sampah non organik.

Berbagai bentuk dan bahan wadah pemilahan dapat digunakan. Setiap pilihan memiliki kelebihan dan kekurangan. Prinsipnya: disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan kemampuan masyarakat yang akan memilah. Umumnya pemilahan di lokasi yang telah melakukan program pengelolaan sampah adalah sebagai berikut:



Gambar 28. Proses pemilahan sampah

Sumber: http://merbabu.com/artikel/sampah.php

Kegiatan 5 :

Berkaitan dengan materi penanganan limbah non B3, salah satunya adalah penanganan sampah. Amati bagaimana caranya memilah sampah yang ada sekitar anda misal di rumah, di sekolah, di industri dll ! Diskusikan hasil

Model 1: Pemilahan oleh Rumah Tangga

Pemilahan paling baik dilakukan mulai dari sumbernya, yaitu rumah tangga. Setiap anggota keluarga baik ayah, ibu, anak dan anggota keluarga lainnya memiliki tanggung jawab yang sama dalam pemilahan di rumah tangga. Jangan lupa, setelah memilah sampah, cuci tangan pakai sabun! Contoh-contoh wadah pemilahan dapat dilihat pada foto dan gambar berikut ini.



Gambar 29. Pemilahan sampah
Sumber: http://green.kompasiana.com/polusi/2012/07/11/
hebat-sampahpun-dikorupsi-470604.html

Model 2: Pemilahan oleh Petugas (Tingkat Komunal)

Jika pemilahan di rumah sulit dan perlu waktu lama untuk diterapkan, sedangkan di wilayah RT atau RW tersedia area yang cukup luas, maka model yang kedua ini cocok diterapkan.



Gambar 30. Pemilahan sampah oleh petugas
Sumber:http://vessel-komposter.blogspot.com/
2012_08_01_archive.html

(2) Pola Pemilahan

(a) Pola Pengumpulan Pertama (Dari Rumah Ke TPS/ Tempat Pembuangan Sementara)

Pengumpulan pertama umumnya didukung oleh prasarana yang terdiri dari pewadahan dan gerobak pengangkut. Bentuk, ukuran dan bahan prasarana pendukung ini sangat bervariasi. Prinsipnya, pewadahan sampah yang ditempatkan di area terbuka harus

dilengkapi dengan penutup agar air hujan tidak masuk. Tong atau bak sampah juga perlu mempertimbangkan kemudahan bagi petugas sampah untuk mengeluarkan sampah dan memindahkannya ke dalam gerobak sampah.

(b) Pola Penanganan Sampah di TPS

Penanganan sampah di TPS (Tempat Pembuangan Sementara) adalah kewenangan pemerintah daerah. Namun agar sistem pengelolaan sampah di masyarakat dapat bersinergi dengan sistem lanjutannya, pengetahuan tentang penanganan sampah di TPS sangat penting.



Gambar 31. Pola penanganan sampah di TPS
Sumber:http://usedetroit.blogspot.com/ 2010/01/proses-persamapahan-di-kec-sario-manado.html

Keterangan:

1. Sampah dihasilkan dari rumah
2. Tukang sampah mengumpulkan sampah di gerobak

3. Tukang sampah memindahkan sampah dari gerobak ke TPS
4. Sampah dipindahkan dari TPS ke truk oleh petugas pengangkut truk Dinas Kebersihan
5. Sampah dari truk ditimbun di TPA

Masalah teknis yang sering timbul di TPS umumnya disebabkan oleh:

- Ketidaksesuaian kapasitas TPS dengan jumlah sampah yang masuk, sehingga banyak sampah yang tidak tertampung dan berceceran
- Jadwal pengangkutan ke TPA yang tidak lancar, sehingga sampah terkadang harus 'menginap' di TPS

(c) Pola Pengolahan

Pengolahan sampah adalah upaya yang sangat penting untuk mengurangi volume sampah dan mengubah sampah menjadi material yang tidak berbahaya. Pengolahan dapat dilakukan di sumber, di TPS, maupun di TPA. Prinsipnya adalah dilakukan setelah pemilahan sampah dan sebelum penimbunan akhir, sehingga sering juga disebut pengolahan antara.

Pengolahan sampah non B3 diantaranya dapat dilakukan:

- Pencacahan: pengolahan fisik dengan memotong/mengurangi ukuran sampah agar lebih mudah diolah, misalnya untuk proses pengomposan rumah tangga.

- Pemadatan: pengolahan fisik dengan menambah densitas (kepadatan) sampah agar volumenya berkurang, terutama untuk menghemat penggunaan truk untuk pengangkutan sampah ke TPA. Contohnya di DKI Jakarta adalah stasiun peralihan antara (*transfer station*)di Cakung, di Bandung sudah di sediakan beberapa TPA.
- Pengomposan/komposting: pengolahan sampah organik melalui pembusukan (proses biologis) yang terkendali. Hasil yang diperoleh disebut kompos.
- Daur ulang sampah non organik: pengolahan fisik dan kimia untuk mengubah sampah non organik menjadi material baru yang dapat dimanfaatkan kembali. Contoh: melelehkan plastik dan mencacahnya menjadi bijih plastik, membuat bubur kertas untuk menjadikan kertas daur ulang, dan membuat kerajinan atau hasta karya.
- Pembakaran: pengolahan fisik dengan membakar sampah pada temperatur tinggi (diatas 1000 derajat celcius). Pembakaran atau insinerasi sangat mahal dan perlu teknologi tinggi agar tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Karena itu, insinerasi tidak cocok untuk tingkat RT atau RW, yang jumlah sampahnya masih dibawah 120 ton per hari.

Lebih jelasnya pengolahan sampah non B3 tersebut diantaranya dapat dilakukan :

1. Pengomposan

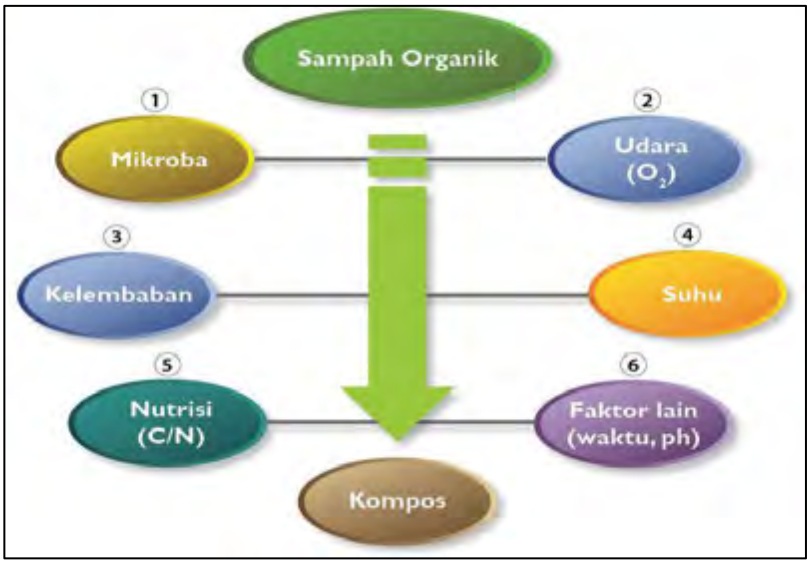
(a) Pengertian dan Tujuan Pengomposan/ *Komposting*

Komposting adalah upaya mengolah sampah organik melalui proses pembusukan yang

terkontrol atau terkendali. Produk utama komposting adalah kebersihan lingkungan, karena jumlah sampah organik yang dibuang ke TPA menjadi berkurang. Adapun kompos sebagai produk komposting adalah hasil tambahan atau bonus yang dapat kita gunakan untuk tanaman sendiri ataupun untuk dijual.

(b) Prinsip Dasar Pengomposan/Komposting

Proses perubahan sampah organik menjadi kompos merupakan proses metabolisme alami dengan bantuan makhluk hidup. Untuk itu, ada beberapa faktor yang wajib dipenuhi.



Gambar 32. Alur proses pengomposan

(c) Langkah alur proses pengomposan adalah :

1. Mikroorganisme atau mikroba, yaitu makhluk hidup berukuran mikro (sangat kecil) yang hanya dapat dilihat melalui

mikroskop, misalnya bakteri dan jamur. Mikroba inilah yang 'memakan' sampah dan hasil pencernaannya adalah kompos. Semakin banyak jumlah mikroba maka semakin baik proses komposting. Mikroba ini dapat diperoleh dari kompos yang sudah jadi ataupun dari lapisan atas tanah yang gembur (humus).

2. Udara. Komposting adalah proses yang bersifat aerob (membutuhkan udara). Aliran udara yang kurang baik selama komposting akan menyebabkan mikroba jenis lain (yang tidak baik untuk komposting) yang lebih banyak hidup, sehingga timbul bau menyengat dan pembentukan kompos tidak terjadi. Oleh karena itu, wadah yang berlubang ataupun, pembalikan dan pengadukan secara teratur sangat penting dalam komposting.
3. Kelembaban. Komposting berlangsung optimal dalam kelembaban antara 50 – 70%. Jika terlalu lembab maka udara akan terhambat masuk ke dalam materi organik sehingga bakteri mati karena kekurangan udara. Maka simpanlah di tempat yang cukup kering. Namun juga jangan terlalu kering karena mikroba membutuhkan air sebagai media hidupnya. Maka siram atau percikkan lah air jika terlalu kering.
4. Suhu. Proses penguraian materi organik oleh mikroba menyebabkan suhu yang cukup tinggi (fase aktif). Suhu akan turun secara

bertahap yang menandakan fase pematangan kompos. Kisaran suhu yang ideal untuk komposting adalah 45 – 70 derajat celcius.

5. Nutrisi. Seperti manusia, mikroba juga membutuhkan makanan atau nutrisi. Kandungan karbon dan nitrogen yang ada dalam sampah organik merupakan sumber makanan mikroba. Perbandingan kedua unsur ini akan berubah saat komposting berakhir.
6. Faktor lainnya seperti waktu, pH (derajat keasaman), dan ukuran partikel sampah organik. Rata-rata proses komposting membutuhkan waktu sekitar 6 – 8 minggu. Variasi waktu tergantung pada jenis sampah organik dan ada tidaknya unsur tambahan yang mempercepat proses komposting seperti EM4. Ukuran partikel sampah juga perlu diperhatikan dalam pengomposan rumah tangga. Kulit pisang dan sayuran misalnya, perlu dicacah terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam komposter.

(d) Aerob

Aerob adalah kondisi dimana udara atau oksigen hadir dalam suatu reaksi biologis, misalnya dalam proses komposting. Kondisi sebaliknya disebut dengan anaerob, yaitu kondisi tanpa udara atau oksigen, misalnya sampah yang ditimbun di TPA. Kondisi anaerob menyebabkan tumpukan/timbunan sampah organik berbau busuk dan tidak sedap, disebabkan reaksi

biologis yang terjadi. Oleh karena itulah pada proses komposting kondisi anaerob harus dihindari. Caranya, berikan sirkulasi udara yang baik atau lakukan proses pembalikan yang teratur.

(e) Sampah Organik Sebagai Jenis Sampah yang dapat Dikomposkan

Sampah organik atau sering disebut sampah basah adalah jenis sampah yang berasal dari jasad hidup sehingga mudah membusuk dan dapat hancur secara alami. Contohnya adalah sayuran, daging, ikan, nasi, ampas perasan kelapa, dan potongan rumput /daun/ ranting dari kebun. Kehidupan manusia tidak dapat lepas dari sampah organik setiap harinya. Pembusukan sampah organik terjadi karena proses biokimia akibat penguraian materi organik sampah itu sendiri oleh mikroorganime dengan dukungan faktor lain yang terdapat di lingkungan. Metoda pengolahan sampah organik yang paling tepat tentunya adalah melalui pembusukan yang dikendalikan, yang dikenal dengan pengomposan atau komposting.

(f) Berbagai Metoda Pengomposan/Komposting

Model 1: Skala Rumah Tangga

a) Takakura dan modifikasinya

Metoda Takakura sangat dikenal di Surabaya, karena murah dan sederhana. Menggunakan prinsip aerob (dengan udara), Takakura terdiri dari keranjang berpori, bantal sekam,

kardus tebal, kain penutup, dan kompos jadi. Model pengomposan dengan takanura sudah banyak dilakukan di rumah-rumah terutama di komplek perumahan, misal di wilayah Buah-batu Bandung.



Gambar 33. Takakura (kiri) dan Bambookura (kanan)

Sumber:http://lindaanggraeniyoka.blogspot.com/ 2013/02/ teknologi-tepat-guna-dalam-pengelolaan.html

b) Doskura

Orang menyebutnya doskura, karena menggunakan kardus sebagai pengganti keranjang. Cukup kardus yang dilapisi dengan gelangsing dan diberi aktivator (kompos), doskura dapat juga mengubah sampah menjadi kompos. Hanya saja, karena kardus mudah lapuk maka kardus harus diganti secara kontinyu setiap 6-8 minggu sekali. Untuk memperpanjang umur kardus,

sebaiknya kardus tidak diletakkan langsung di lantai namun diberi alas berupa kayu atau triplek.



Gambar 34. Komposting Doskura

Sumber: http://sriwahyono.blogspot.com/2010_04_01_archive.html



Gambar 35. Komposting dengan Ember Berlubang

Sumber: http://jujubandung.wordpress.com/2012/06/02/teknologi-tepat-guna-ttg-dalam-pengelolaan-sampah-berbasis-3r/

Ember bekas cat dijadika tempat komposter sederhana dengan memberi lubang yang cukup untuk aerasi. Mirip dengan Takakura, ember berlubang menggunakan bantal sekam dan kardus untuk mengontrol kelembaban dan mengurangi bau.

Model 2: Skala Komunal

(a) Gentong



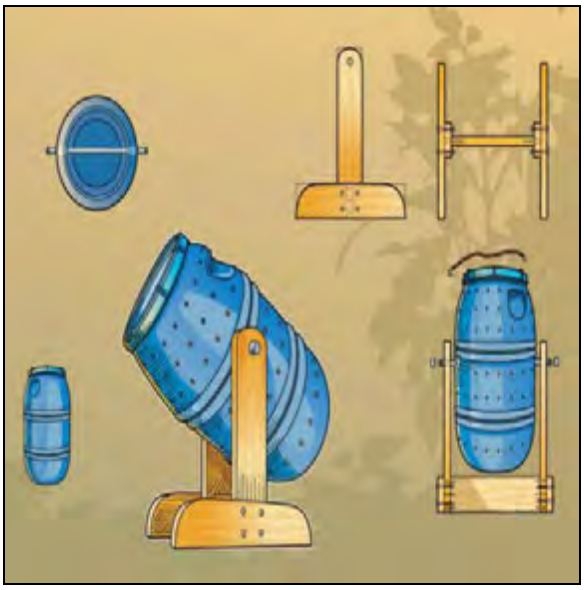
Gambar 36. Pengomposan menggunakan gentong

(b) Drum/tong

Menggunakan tong plastik berukuran 120L yang dilengkapi pipa vertikal dan horizontal agar proses berlangsung secara aerob (dengan udara). Salah satu pengguna komposter jenis ini adalah masyarakat di Jambangan, Surabaya.



Gambar 37. Composting dengan drum
Sumber:http://balgon-yu.blogspot.com/



Gambar 38. Drum/tong plastik yang digunakan dalam composting

Sumber:http://www.bebeja.com/cara-mudah-buat-kompos/

Masih dengan tong plastik serupa, namun aerasi dilakukan dengan menggoyang/ memutar komposter. Kerangka yang kuat diperlukan agar mampu menyangga berat sampah organik saat komposter penuh. Di bagian dalam tong terdapat pipa berlubang dan pemecah gumpalan sampah agar aerasi berjalan lebih optimum dan air yang belebih dapat dikeluarkan.

(c) Bak/Kotak



Gambar 39.. Bak/ kotak.

Metoda ini menggunakan konstruksi sederhana pasangan bata yang dikombinasikan dengan bilik kayu sebagai pintu untuk ruang pengomposan.

(d) Takakura susun



Gambar 40. Takakura Susun

Metoda dengan menggunakan keranjang berlubang dan kemudian dilapisi dengan gelangsing. Caranya yaitu: sampah organik dicampurkan dengan mikroorganisme padat dari campuran bekatul, sekam padi, pupuk kompos, dan air. Kemudian dimasukkan kedalam keranjang dan ditutup dengan keset dari sabut kelapa.

(e) Windrow composting

Untuk lahan yang cukup luas, metode ini sangat efektif karena mudah dan murah untuk diterapkan. Sampah ditumpuk sesuai umur prosesnya dalam bentuk gundukan atau 'pile', dan dibalik secara berkala untuk memungkinkan proses aerob.

(f) Sistem Komunal Windrow Composting (Metoda Gundukan)

Komposting dengan metoda gndukan, dibutuhkan lahan yang cukup, yaitu untuk:

- Area penerimaan sampah
- Area pemilahan dan pencacahan (jika diperlukan, terutama untuk sampah pertamanan)
- Area sampah non organik / lapak
- Ruang pengomposan (windrow)
- Ruang pengayakan kompos
- Gudang kompos
- Gudang peralatan
- Instalasi pengelolaan lindi (air sampah)

Instalasi pengomposan sebaiknya dilengkapi juga dengan kantor, sebagai ruang untuk pemantauan, dan dilengkapi juga dengan fasilitas air bersih, toilet dan sebagainya.

Tahapan komposting adalah:

a. Penerimaan sampah.

Sampah yang masuk ke lokasi dari gerobak/truk sebaiknya masih relatif segar dan didominasi oleh sampah organik, agar lebih cepat pemilahannya. Jumlahnya perlu dicatat secara rutin dalam *log book* (buku catatan kegiatan).

b. Pemilahan dan pencacahan sampah organik.

Secara manual, sampah organik dipisahkan untuk dibawa ke tempat pengomposan. Non organik yang dapat di daur ulang dibawa ke area non organik/lapak, sedangkan residu (sisa) dikumpulkan dalam kontainer. Sampah yang berukuran besar dan panjang seperti dari pertamanan dicacah terlebih dahulu.

c. Pencampuran dan pembentukan tumpukan/gundukan.

Agar lebih homogen (merata), beberapa jenis sampah organik (sampah dapur, taman, kotoran ternak dll) perlu dicampur terlebih dahulu. Kemudian ditumpuk berbentuk trapesium *(windrow)* memanjang atau dalam bak.

d. Pembalikan.

Secara teratur tumpukan dibalik 1 – 2 kali seminggu secara manual dengan memindahkan tumpukan atau digulirkan. Catat waktu / tanggal pembalikan.

e. Penyiraman.

Tumpukan perlu disiram secara rutin untuk menjaga kelembaban proses, menggunakan selang *spray* agar perata. Hentikan penyiraman untuk tumpukan yang telah berumur 5 minggu atau dua minggu sebelum panen.

f. Pemantauan.

Agar masalah yang timbul dapat diantisipasi sedini mungkin, pemantauan sangat penting. Terutama terhadap suhu, tekstur, warna, bau, dan populasi lalat. Hasil pemantauan dicatat dengan rapi.

g. Pemanenan dan pengayakan.

Produk kompos matang perlu diayak agar berukuran halus sesuai kemudahan penggunaan.

h. Pengemasan dan penyimpanan.

Jika ingin dijual, kompos halus dapat dikemas sesuai volume yang diinginkan dan diberi informasi tentang nama kompos, bahan baku, produsen kompos, dan kegunaannya untuk tanaman. Setelah dilemas dapat disimpan dalam gudang yang terlindung dari panas matahari dan hujan.

Pemantauan Proses Komposting

Pemantauan atau monitoring penting dilakukan untuk memastikan proses komposting berjalan dengan baik, terutama pada 6 minggu pertama. Perlengkapan yang diperlukan diantaranya termometer yang mampu mengukur hingga 100 derajat Celcius, sarung tangan karet, dan sekop. Pemantauan ini sangat mudah dan dapat dilakukan oleh masyarakat, baik ibu-ibu, bapak, maupun pemuda/pemudi. Semakin banyak yang terlibat dalam pemantauan akan semakin baik.Parameter yang perlu dipantau diantaranya:

- Suhu

  Proses komposting ditandai dengan peningkatan suhu yang mampu mencapai 70ºC.

Untuk memastikannya, gunakan termometer dengan hati-hati untuk mengukur suhu sampah organik dalam komposter. Pengukuran sebaiknya dilakukan sejak minggu pertama, dan dilanjutkan paling tidak dua kali seminggu hingga minggu ke-6. Jika suhu tidak lebih dari 30 ºC, kemungkinan besar proses komposting tidak terjadi. Hal ini dapat disebabkan kelembaban yang berlebihan, atau jumlah sampah organik yang terlalu sedikit.

- Kelembaban

  Memantau kelembaban dilakukan dengan mengambil segenggam sampah organik dalam komposter yang sedang diproses lalu diremas, jika keluar air dari sela-sela jari maka kadar airnya berlebih. Jika tanah yang digenggam menjadi hancur berarti kompos terlalu kering.

  Perhatikan kondisi sampah organik yang sedang diproses, apakah terdapat larva atau belatung yang disertai bau yang tidak enak atau tidak. Jika ya, maka mungkin kondisi terlalu lembab atau sampah yang masuk sudah dihinggapi lalat. Bau yang timbal mungkin disebabkan kurangnya aerasi atau pembalikan dan pengadukan sehingga proses biologis yang terjadi menghasilkan gas yang berbau.

Jangan lupa, setelah memantau kompos, cuci tangan pakai sabun! Untuk melihat cara cuci tangan yang benar, serta waktu-waktu

penting untuk cuci tangan pakai sabun, lihatlah lampiran 1 yang ada pada akhir buku ini.

Pemantauan juga sebaiknya dilakukan terhadap kompos yang telah dihasilkan, baik kualitasnya maupun kuantiítas atau jumlahnya.

Kualitas kompos dari sampah rumah tangga telah dibuat standar, yaitu Standar Nasional Indonesia atau SNI No. 19-7030-2004. Untuk mengetahui kualitas kompos apakah sudah sesuai standar atau belum, perlu dilakukan uji laboratorium.

Tabel 10. Standar pengomposan

PARAMETER	STANDAR
Kadar air	Max 50%
pH	6.8 – 7.49
Nitrogen	Min 0.4%
Karbon	9.8 – 32%
Kalium (K2O)	Min 0.2%
Fosfor (P2O5)	Min 0.1%
Besi (Fe)	Max 2%
Tembaga (Cu)	Max 100 ppm
Seng (Zn)	Max 500 ppm
Timbal (Pb)	Max 150 ppm
Kromium (Cr)	Max 210 ppm

Kuantitas atau jumlah kompos dapat dipantau dengan mudah melalui penimbangan setiap kali panen kompos. Melalui data ini, kita dapat memperkirakan sudah berapa banyak jumlah sampah organik yang berkurang dari

lingkungan tempat tinggal kita. Jumlah ini dapat menjadi bahan evaluasi bagi masyarakat untuk menilai apakah program komposting sudah dapat meningkatkan kebersihan lingkungan atau perlu diperluas dan ditingkatkan lagi.

Rencana Tindak Lanjut

Langkah selanjutnya untuk melakukan program pengomposan di lingkungan adalah:

1. Memperkirakan jumlah sampah organik, berdasarkan jumlah keluarga yang akan berpartisipasi atau sumber sampah lainnya seperti warung, kios, pasar, dan lain-lain.
2. Menentukan metoda yang digunakan: individual, komunal, atau kombinasi keduanya.
3. Menyusun tabel rencana kerja dan membuat kesepakatan.

Pemanfaatan Kompos

(1) Penghijauan Dan Budidaya Tanaman

Selama ini tidak sedikit masyarakat yang melakukan penghijauan dan budidaya tanaman obat di lingkungan rumah masing-masing. Untuk menunjang kegiatan tersebut, sangatlah membantu jika pupuk yang digunakan tidak perlu dibeli dari luar tetapi dihasilkan sendiri melalui proses pengomposan.

Membuat kompos memang gampang-gampang susah akan tetapi jika mengingat banyaknya manfaat yang bisa diperoleh, kesulitan dalam proses pembuatanpun dapat dilalui. Salah satu pemanfaatan kompos adalah dalam pemupukan

untuk penghijauan dan budidaya tanaman obat. Kompos yang terbentuk dari proses penguraian materi organic oleh mikroorganisme pada sampah akan menjadi pupuk yang sangat baik jika memang telah melalui tahapan composting yang benar.

(2) Penjualan Kompos

Selain untuk penghijauan di rumah tangga, kompos dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan bekas tambang, dijual kepada petani atau tukang tanaman, atau dibeli untuk program pertamanan. Beberapa tambak udang juga menggunakan kompos untuk tanah tambak, agar plankton tumbuh lebih baik. Ini semua adalah potensi pemasaran kompos.

Hal-hal yang harus diperhatikan, jika kompos akan dijual ke pasaran, yaitu :

1. Pengendalian standar kualitas.

   Pemilahan sebelum proses maupun pengecekan setelah proses komposting sangat penting untuk mengurangi kemungkinan kontaminasi produk kompos dengan materi anorganik dan logam berat. Adapun kemungkinan kontaminasi bakteri patogen dapat pula terjadi, jika selama proses kurang dilakukan pemantauan suhu dan kelembaban yang baik.

2. Harga.

   Harga jual kompos dengan bahan baku sampah rumah tangga akan sulit bersaing dengan kompos dari sampah yang lebih homogen, seperti kotoran

hewan atau sampah pertanian. Hal ini disebabkan biaya produksi yang lebih tinggi untuk pemilahannya.

2. **Daur Ulang**

Daur ulang adalah proses memanfaatkan bahan bekas atau sampah untuk menghasilkan produk yang dapat digunakan kembali. Daur ulang sampah non organik memiliki banyak manfaat, diantaranya:

- Mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir)
- Mengurangi dampak lingkungan yang terjadi akibat menumpuknya sampah di lingkungan
- Dapat menambah penghasilan melalui penjualan produk daur ulang yang dihasilkan
- Mengurangi penggunaan bahan alam untuk kebutuhan industri plastik, kertas, logam, dan lain-lain

Setiap rumah tangga dan anggota keluarga dapat melakukan banyak hal kecil tetapi berarti bagi lingkungan. Diantaranya adalah:

- Saat berbelanja, biasakan membawa tas belanja sendiri agar tidak memerlukan tas plastik.
- Saat hajatan, arisan, jamuan atau kumpul keluarga usahakan untuk tidak menggunakan plastik/styrofoam untuk menempatkan makanan dan minuman. Gunakanlah gelas, piring atau cangkir yang dapat dipakai berulangkali, dan jika mungkin gunakan daun untuk membungkus kue. Makan dengan cara prasmanan lebih cocok dibandingkan dengan nasi di box untuk

menghindari pemakaian kertas/kardus. Atau pakailah piring dari anyaman lidi daun lontar yang diberi alas kertas atau daun, sehinga dapat dipakai berulang kali.

- Saat di kantor, hematlah kertas, dengan membiasakan memakai kertas atau fotokopi secara bolak balik. Dengan menghemat kertas, berarti kita membantu mengurangi jumlah pohon yang harus ditebang
- Saat kenaikan kelas anak, buku-buku lama yang tidak diminati dapat diserahkan ke perpustakaan, barangkali masih dapat dipakai. Buku petunjuk telepon lama dapat diberikan kepada tukang sayur untuk membungkus dagangannya. Kumpulkan sisa halaman dari buku tulis yang masih bersih, beri lubang, ikat dan beri sampul sehingga menjadi buku tulis yang baru

Di tingkat masyarakat, para ibu kader, ketua RT, ketua RW dan pemuda/pemudi perlu bekerjasama membiasakan warga hidup secara ramah lingkungan. Misalnya:

- Sesekali adakanlah acara ‘dari warga untuk warga’ yaitu mengumpulkan barang yang sudah tidak terpakai dan biarkan orang yang membutuhkan untuk mengambil dan menggunakannya secara gratis atau dengan harga murah. Acara yang sama di sekolah untuk baju seragam, buku dll, dengan program ‘dari kakak untuk adik kelas.
- Pemilahan sampah mulai dari rumah, dilanjutkan dengan pusat daur-ulang sederhana. Usulkanlah di

lingkungan tempat tinggal agar diadakan suatu pusat daur ulang

- Kerjabakti secara berkala untuk mengumpulkan sampah dan membersihkan selokan. Demi kesehatan, jangan lupa menggunakan sarung tangan, atau kantung plastik yang diikat di pergelangan tangan. Jangan lupa pula untuk mencuci tangan dengan sabun sesudah kegiatan.

Kegiatan pengomposan dan daur ulang sampah non-organik dapat dilakukan baik di rumah tangga maupun komunal (tingkat RT, RW atau Kelurahan). Pada umumnya, tindak lanjut dari kegiatan ini adalah adanya Pusat Daur Ulang sebagai suatu kebutuhan untuk mata rantai sampah yang dikelola secara terpadu.

Tips untuk daur ulang skala rumah tangga:

1. Untuk sampah organik, lakukanlah pengomposan, dan tempatkan komposter (alat pembuat kompos) tidak jauh dari jangkauan.
2. Untuk sampah non organik dan barang bekas lainnya, sediakanlah ruangan di suatu pojok di rumah yang tidak mengganggu kegiatan lainnya, namun diketahui dan mudah dicapai oleh semua anggota keluarga.
3. Gunakan kardus, keranjang, ember bekas atau apa saja sebagai wadah, dan tempatkan wadah-wadah tersebut di tempat yang kering.
4. Tulislah secara jelas fungsi masih-masing wadah, misalnya: wadah 1 untuk pecahan atau wadah

gelas/botol, wadah 2 untuk plastik, wadah 3 untuk kertas, dll

5. Pada akhir bulan, lihat apakah barang-barang tersebut dapat dijual, ditukar dengan barang lain, atau diberikan kepada pemulung. Jika kerjasama dengan pemulung sudah terjalin, diharapkan kegiatan ini dapat mengurangi beban pemulung dan memberi tambahan waktu kepada mereka untuk melakukan hal-hal lain yang positif.

Tips untuk daur ulang skala komunal:

1. Seperti skala rumah tangga, buatlah sistem pemilahan namun gunakan wadah yang lebih besar dan perhatikan kebersihan serta kerapihan agar tidak menjadi tempat kumuh yang dijauhi masyarakat,
2. Sampaikan informasi seluasnya kepada masyarakat tentang bagaimana melakukan kegiatan di pusat daur ulang: tata tertib, jam buka, dlsb. Penyebaran info ini sangat efektif jika dikerjakan bersama-sama baik oleh ibu kader, para ketua RT, maupun pemuda/pemudi
3. Jika perlu, libatkan perangkat di tingkat Kelurahan dan Kecamatan untuk mendampingi kegiatan ini

Kegiatan : 7

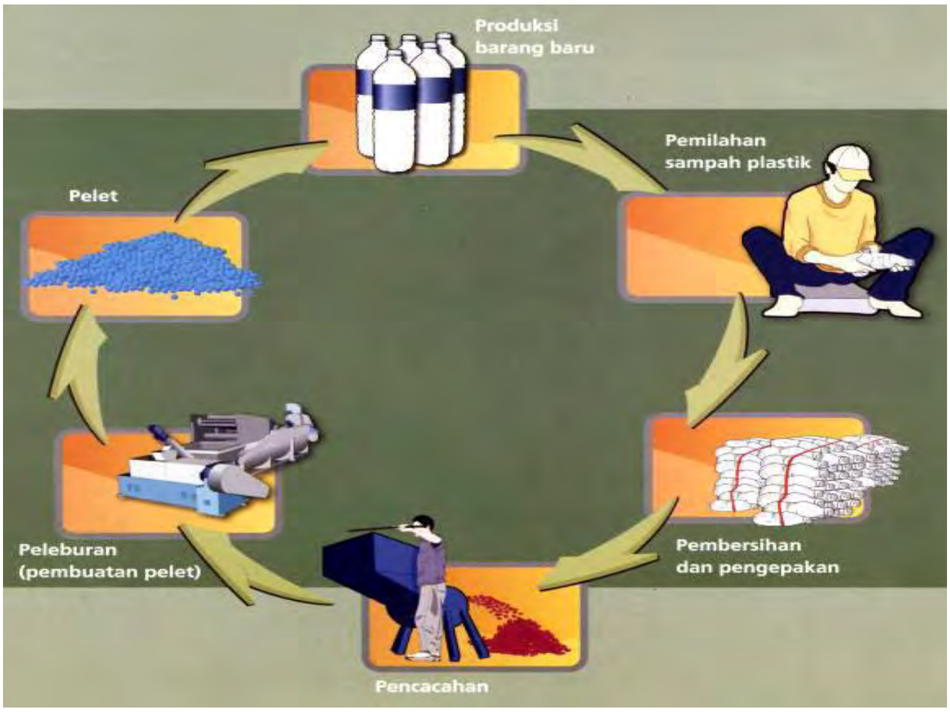
Bagilah 2-4 kelompok, amati gambar yang ada pada tabel, tuliskan nama gambar-gambar tersebut menurut

pendapat anda. Diskusikan gambar tersebut dari bahan apa! Presentasikan hasil diskusi tersebut di depan kelas. Buatlah kesimpulan dari hasil presentasi.

 (a)	 (b)
 (c)	 (d)

Daur ulang dapat dilakukan terhadap :

1) Daur Ulang Plastik



Gambar 41. Proses daur ulang plastik menjadi bijih plastik dan digunakan kembali sebagai barang rumah tangga

3. Refleksi

Berdasarkan kegiatan anda selama mengikuti pelajaran ini, ternyata penanganan limbah B3 dan non B3 dapat ditangani/dikelola dengan berbagai metode/teknik untuk diproses menjadi sesuatu yang bermanfaat. Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi penanganan limbah B3 dan Non B3, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

1. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri

2. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
3. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

4. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
5. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
   ....
6. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
7. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
8. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....
   ....

4. Tugas/Lembar kerja

a. Membuat Kompos Dengan Sistem Individual Takakura

Berikut ini adalah contoh penggunaan komposter Takakura. Metoda lain kurang lebih akan mirip dengan langkah-langkah yang digunakan dalam Takakura.



Gambar 42. Alat dan bahan untuk komposter Takakura



Gambar 43. Susunan bagian dalam keranjang Takakura

Langkah Kerja :

1. Agar proses aerob berlangsung dengan baik, pilihlah keranjang yang berlubang, dan lapisi dengan kardus. Fungsi kardus adalah: (a) membatasi gangguan serangga, (b) mengatur kelembaban, dan (c) berpori-pori, sehingga dapat menyerap serta membuang udara & air.
2. Letakkan bantal sekam di bawah dan di atas keranjang. Fungsi bantal sekam adalah: (a) sebagai tempat mikrobakteri yang akan mempercepat pembusukan sampah organik, (b) karena berrongga besar, maka bantal sekam dapat segera menyerap air dan bau sampah, dan (c) sifat sekam yang kering akan memudahkan pengontrolan kelembaban sampah yang akan menjadi kompos.
3. Media kompos jadi yang berasal dari sampah rumah tangga diisikan ½ sampai 2/3 bagian keranjang. Kompos yang ada dalam keranjang berfungsi sebagai aktivator/ragi bagi sampah baru
4. Pilih kain penutup yang serat atau berpori besar. Tutupkan kain di atas bantal sekam, agar lalat tidak dapat bertelur dalam keranjang, serta mencegah metamorfosis (perubahan) dari belatung menjadi lalat, karena lalat tidak dapat keluar dan mati di dalam keranjang.
5. Tutup keranjang bagian atas sebagai pemberat agar tidak diganggu oleh predator kucing/anjing). Pilih tutup yang berlubang agar udara dapat keluar masuk.

6. Kerjakan Seperti gambar berikut:



Cacah sampah sisa sayur sebelum dimasukkan ke dalam keranjang.



Masukkan sisa makanan yang akan dikomposkan ke dalam keranjang, usahakan sampah yang akan dimasukkan adalah sampah baru



Tekan-tekan atau masukkan sampah ke dalam materi kompos dalam keranjang atau aduk-aduk sehingga materi sampah tertutup oleh kompos dalam keranjang.



Tutup dengan kain hitam dan tutup dengan bantal sekam hingga rapat untuk mencegah lalat dan binatang lain masuk.

Perhatikan hal-hal berikut:

- Hindarkan dari hujan (taruh di tempat teduh)
- Sampah yang dimasukkan berumur maksimal 1 hari
- Sampah yang dalam ukuran besar harap dicacah dahulu

Cara perawatan:

- Cuci kain penutup satu minggu sekali
- Bila kompos kering, cipratkan air bersih, sambil diaduk
- Bila sudah lapuk, kardus harus diganti agar tidak robek dan menyebabkan lalat/serangga masuk

Cara pemanenan kompos:

1. Bila keranjang penuh, diamkan selama 2-4 minggu agar kompos benar-benar matang. Sementara itu, gunakan keranjang lain untuk memulai proses baru
2. Setelah matang, kompos dikeluarkan dari keranjang, diangin-anginkan dan kemudaian diayak. Bagian yang halus dapat dijual/diberikan ke tanaman, sedangkan bagian yang kasar dapat digunakan sebagai 'starter' awal proses komposting berikutnya.

b. Membuat kertas daur ulang kertas yang dapat dilakukan di rumah tangga atau masyarakat

Buatlah 3-4 orang /kelompok, jika disediakan alat dan bahan, kerjakan lembar kerja yang sudah tersedia!Amati hasil pekerjaan anda sesuai dengan prosedur! Bandingkan hasilnya dengan kelompok lain dan presentasikan serta simpulkan hasilnya!

Lembar Kerja:

Alat-alat:

1. Blender
2. Screen (cetak saring)
3. Rekel (dapat dibeli di toko kertas)
4. Papan kayu yang dilapisi kain tipis (disebut sebagai kain hero)
5. Bak besar

Bahan:

1. Kertas bekas (sewarna dan sejenis lebih baik)
2. Lem kertas
3. Air



Gambar 39. Cara Membuat Kertas Daur Ulang

Langkah kerja :

1. Kertas bekas dipotong kecil-kecil dengan ukuran sekitar 3 x 3 cm.
2. Potongan kertas direndam di dalam bak air selama sekitar tiga jam (tergantung jenis kertasnya).
3. Kertas dilunakkan dengan blender hingga halus hasilnya dan menyerupai bubur kertas (pulp).
4. Masukkan bubur kertas (pulp) ke dalam bak besar lagi. Bubur kertas dan lem kemudian dimasukkan ke dalam bak besar berisi air. Perbandingan antara air, bubur kertas dan lem adalah: 15 liter air : 3 liter bubur kertas : 1 sendok makan lem. Masukkan karakteristik yang dipilih ke dalam bak, lalu aduk hingga merata dengan campuran pulp dan lem.
5. Masukkan screen ke dalam bak. Angkat screen hingga pulp tinggal di atas screen.
6. Basahi papan yang telah dilapisi dengan kain hero. Tempelkan screen ke papan lalu dirakel sehingga airnya turunAngkat screen hingga kertas menempel di papan
7. Ulangi langkah berkali-kali hingga papan dipenuhi oleh kertas secara merata. Jemur papan di tempat panas hingga kertas menjadi kering.

8. Setelah kering, cabut kertas dengan perlahan-lahan.

c. Daur Ulang Sampah Membuat Tas Anyaman dari Bungkus Mie Dan Kopi

Kumpulkan kemasan bekas mie/kopi/susu dll! Kerjakan langkah kerja yang ada dalam lembar kerja sesuai dengan alat dan bahan yang tersedia! Ikuti langkah kerja sesuai prosedur dan catat hasil pengamatannya!

Bahan :

- Kemasan mi/kopi/susu

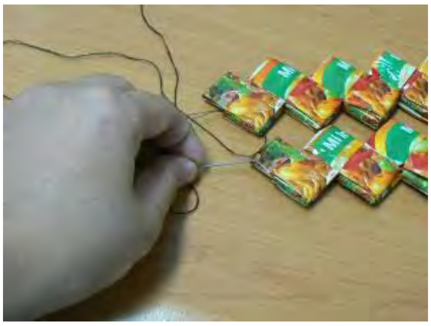
Alat-alat:

a. Gunting kecil
b. Benang
c. Jarum jahit strimin (sulaman)

Langkah Kerja :

1. Bagian dalam dan luar bekas kemasan mie instant dibersihkan
2. Masing-masing ujung atas dan bawah kemasan digunting agar kemasan lebih rapi dan mudah untuk dilipat
3. Bekas kemasan mie instant yang sudah dibersihkan dan dirapikan, dilipat menjadi tiga bagian dengan bentuk lipatan disesuaikan dengan bagian kemasan yang ingin ditampilkan
4. Lipatan ditipiskan dan dirapikan dengan menggunakan ujung gunting
5. Lipatan-lipatan kemasan mie instant yang sudah terbentuk, dirangkaikan satu sama lain membentuk anyaman tas
6. Anyaman tas yang telah terbentuk diperkuat dengan cara dijahit menggunakan benang dan jarum jahit
7. Tas anyaman siap untuk digunakan
8. Berikut adalah langkah kerja persiapan kemasan mie instant yang siap untuk dianyam membentuk tas dan produk-produk lainnya. Alur proses sebagai berikut :

Langkah kerja	**Hasil Pengamatan**
1. Bahan baku bungkus mie 	....
2. Proses Pelipatan 	....
4. Hasil Pelipatan 	....
4. 	....

5.Hasil anyaman dirangkai dengan cara dijahit menggunakan benang 	....

Tas anyaman dari bungkus kopi memerlukan alat-alat dan cara pembuatan yang sama dengan tas anyaman dari bungkus mie instant, hanya berbeda pada bahan yang digunakan.

5. Tes Formatif

1. Mengapa dalam pembuatan kompos perlu disiram air! jelaskan alasanya!
2. Bagaimana anda melakukan kontrol terhadap proses pengomposan sistem gundukan! Jelaskan !
3. Apa ciri – ciri kompos sudah jadi atau matang ? Jelaskan!
4. Bagaimana anda mendaur ulang kertas disekitar anda! Buatlah suatu Lembar Kerjanya !
5. Bagaimana ciri- ciri atau kriteria kertas hasil daur ulang ?

C. Penilaian

1. Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1 = BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas

2 = MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten

3 = MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten

4 = MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No.	**Sikap** / **Pembelajaran**	**Religius**				**Disiplin**				**Tanggug jawab**				**Peduli**				**Responsif**				**Teliti**				**Jujur**				**Santun**			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Mengamati																																
2.	Menanya																																
3.	Mengeksplorasi																																
4.	Mengasosiasi																																
5.	Mengkomunikasikan																																

2. Pengetahuan

1. Apa yang dimaksud dengan limbah B3 dan non B3?
2. Jelaskan perbdaan karakteristik limbah B3 dengan non B3!
3. Berdasarkan karakteristiknya, jelaskan sifat-sifat dari limbah B3 dan non B3!
4. Berdasarkan keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor Kep-03/BAPEDAL/09/1995, apa saja persyaratan teknis pengolahan limbah B3?
5. Jelaskan proses penanganan limbah B3 secara kimia, fisik dan biologi.!
6. Jelaskan teknik pengolahan limbah B3 dan non B3!

3. Keterampilan

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
1.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
2.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
3.	Melaksanakan metode analisis sesuai setandar			
4.	Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan dianalisa			
5.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
6.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
7.	Melakukan pencatatan data			
8.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
9.	Membuat laporan hasil praktum			
10.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan
Memilih metode analisis sesuai standar	Pemilihan metode analisis tidak sesuai dengan jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan standar yang ditentukan
Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan dianalisa	Tidak melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis belum optimal	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis dengan optimal
Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur	Langkah kerja tidak sesuai prosedur	Sebagian langkah kerja ada yang salah	Semua langkah kerja benar dan sesuai prosesur
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/	Perhitungan data hasil	Perhitungan data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
mengolah data hasil pengamatan	pengamatan salah	benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

Kegiatan Pembelajaran 3. Analisis Titimetri Secara Sederhana

A. Deskripsi

Analisis titrimetri secara sederhana merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia untuk peserta didik SMK program keahlian teknik kimia pada paket dasar keahlian kimia analisis dan kimia industri. Kompetensi dasar ini bertujuan untuk memahami fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai analisis titrimetri secara sederhana. Pembelajaran ini meliputi prinsip, tujuan, kosep, metode/teknik, dan analisis titrimetri secara sederhana yaitu hanya melakukan analisis asisdi alkalimetri. Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan sampai menyimpulkan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta in focus. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, peserta didik mampu:

1. Menerapkan konsep dan prinsip titrasi dalam proses titrimetri sederhana.
2. Melaksanakan analisis titrimetri sederhana

2. Uraian Materi

Analisis titrimetri merupakan analisis kuantitatif dengan mereaksikan suatu zat yang dianalisis dengan larutan baku (standar) yang telah diketahui konsentrasinya secara teliti, dan reaksi berlangsung secara kuantitatif. Analisis titrimetri secara sederhana ini ruang lingkupnya hanya

meliputi prinsip, konsep dasar dan metode analisis yang sederhana, sebagai contoh hanya sebatas reaksi penetralan (asidi-alkalimetri)

a. Prinsip Titimetri

Titimetri atau volumetri adalah suatu cara analisis jumlah yang berdasarkan pengukuran volume larutan yang diketahui kepekatan (konsentrasi) secara teliti yang direaksikan dengan larutan contoh (sampel) yang akan ditetapkan kadarnya (Sulistiowati *et al*. 2007).

Titrasi didasarkan pada suatu reaksi yang digambarkan sebagai :

$$a\,A + t\,T \longrightarrow \text{Produk}$$

dimana : A adalah penitrasi (titrant), T senyawa yang dititrasi (titrat),
a dan t jumlah mol dari A dan T.

Pereaksi yang direaksikan disebut larutan baku atau larutan standar (titrant). Penambahan larutan baku diteteskan sedikit demi sedikit dengan buret sampai tercapai titik akhir (Sulistiowati *et al*. 2007). Penambahan titrant diteruskan sampai jumlah T yang secara kimia setara dengan A, maka dikatakan telah tercapai titik ekuivalensi dari titrasi itu. Untuk mengetahui kapan penambahan titrant itu harus dihentikan, maka digunakan suatu zat yang disebut indikator, sehingga dapat menunjukkan terjadinya kelebihan titrant dengan perubahan warna. Perubahan warna ini bisa tepat atau tidak tepat pada titik ekuivalensi. Suatu keadaan dalam titrasi pada saat indikator berubah warna disebut titik akhir, yaitu titik akhir sedekat mungkin dengan titik ekuivalensi, sehingga pemilihan indikator yang tepat merupakan salah satu aspek yang penting dalam analisis Volumetri (Titrimetri).

Jika volume larutan standar sudah diketahui dari percobaan, maka konsentrasi senyawa di dalam larutan yang belum diketahui dapat dihitung dengan persamaan berikut (Wiryawan 2008):

$$Nb = \frac{Va \times Na}{Vb}$$

Dimana:

N b = konsentrasi larutan yang belum diketahui konsentrasinya

V b = volume larutan yang belum diketahui konsentrasinya

Na =konsentrasi larutan yang telah diketahui konsentrasinya (larutan Standar)

Va = volume larutan yang telah diketahui konsentrasinya (larutan standar)

b. Persyaratan Reaksi Titrasi

Tidak semua reaksi dapat digunakan sebagai reaksi titrasi. Untuk itu reaksi harus memenuhi syarat-syarat berikut (Harjadi 1986):

1. Berlangsung sempurna, tunggal, dan menurut persamaan yang jelas (dasar teoritis)
2. **Cepat** dan **reversible** (dasar praktis). Bila tidak cepat, titrasi akan memakan waktu terlalu lama. Lebih-lebih menjelang titik akhir, reaksi akan semakin lambat karena konsentrasi titran mendekati nol (kecepatan reaksi sebanding dengan konsentrasi). Bila reaksi tidak reversible, penentuan akhir titrasi tidak tegas.
3. Ada **petunjuk akhir titrasi** (indikator). Petunjuk itu dapat:
   - *Timbul dari reaksi itu sendiri*, misalnya: titrasi campuran asam oksalat dan asam sulfat oleh $KMnO_4$. Selama titrasi belum selesai titrat tidak berwarna, tetapi setelah akhir titrasi tercapai, larutan menjadi berwarna karena kelebihan setetes saja dari titran menyebabkan warna yang jelas.
   - *Berasal dari luar*, dapat berupa suatu zat (atau suatu alat) yang dimasukkan ke dalam titrat. Zat itu disebut indikator dan menunjukkan akhir titrasi, karena menyebabkan perubahan warna titrat atau menimbulkan perubahan kekeruhan dalam titrat (larutan jernih menjadi keruh atau sebaliknya).

4. **Larutan baku** yang direaksikan dengan analat mudah didapat dan sederhana menggunakannya serta harus stabil sehingga konsentrasinya tidak mudah berubah bila disimpan.

Dalam suatu titrasi, keempat syarat di atas tidak selalu dipenuhi dengan baik, akan tetapi kadang-kadang kekurangan itu dapat diatasi. Misalnya:

a) Suatu reaksi lambat kadang-kadang dapat dipercepat dengan katalisator, seperti titrasi H_3AsO_3 oleh $KMnO_4$ yang diberi sedikit KI sebagai katalisator. Kadang-kadang titrasi dipercepat dengan pemanasan, seperti titrasi asam oksalat oleh $KMnO_4$ yang dilakukan dengan memanaskan titrat sampai 60-70 ^oC.
b) Reaksi samping kadang-kadang dapat ditiadakan dengan mengatur kondisi titrasi. Misalnya pada penggunaan $CrCl_2$, suatu reduktor kuat yang baik untuk titrasi, tetapi selain dioksidasi oleh analat juga mudah dioksidasi oleh oksigen dalam udara. Oksidasi oleh udara dapat dihindarkan dengan menitrasi dalam lingkungan CO_2.

c. Penggolongan Titimetri

Berdasarkan cara titrasinya, titimetri dikelompokan menjadi 3 (Sulistiowati *et al.* 2007):

1. Titrasi langsung (*direct titration*)

   Titrasi langsung dilakukan dengan titrasi langsung terhadap zat yag ditentukan (analat). Analat secara langsung digunakan sebagai titrat atau titran.

2. Titrasi tidak langsung (*back titration*)

   Zat yang akan ditentukan (analat) direaksikan dengan pereaksi yang jumlahnya berlebih, kemudian kelebihan larutan baku tersebut dititrasi. Karena kelebihannya ditentukan oleh titrasi itu, maka jumlah yang dihabiskan oleh analat ialah selisihnya. Dengan demikian jumlah analat dapat dihitung.

3. Cara penggantian (*displacement titration*)

   Cara ini dilakukan bila ion yang ditetapkan:

a. Tidak bereaksi langsung dengan larutan baku
b. Tidak bereaksi secara stoikhiometri dengan larutan baku
c. Tidak saling mempengaruhi (*non interact*) dengan larutan penunjuk

Pada umumnya ion yang akan ditetapkan diubah dahulu menjadi suatu senyawa yang dapat dititar langsung dengan larutan baku.

Berdasarkan reaksi kimianya, titimetri dikelompokkan menjadi 2, yaitu (Harjadi 1986): (a) Titrasi berdasarkan reaksi metatetik, (b) Titrasi berdasarkan reaksi redoks.

a) Titrasi berdasarkan reaksi metatetik

Reaksi metatetik yaitu suatu reaksi berdasarkan pertukaran ion dengan tidak ada perubahan bilangan oksidasi. Contohnya adalah titrasi asam kuat oleh basa kuat atau sebaliknya, misalnya:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H2O$$

Reaksi ini dikatakan pertukaran ion karena Cl^- yang semula terikat dengan H^+ bertukar tempat dengan OH^- yang sebelumnya terikat pada Na^+. Semua unsur setelah reaksi masih sama tingkat valensinya. Titrasi berdasarkan reaksi metatetik dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Titrasi asidimetri-alkalimetri (netralisasi)

Titrasi asidimetri-alkalimetri yaitu titrasi yang menyangkut asam dan atau basa. Dalam titrasi ini perubahan terpenting yang mendasari penentuan titik akhir dan cara perhitungan adalah pH titrat.

Titrasi didasarkan pada reaksi netralisasi proton (asam) oleh ion hidroksil (basa) atau sebaliknya :

$$H_3O^+ + OH- \longrightarrow 2H_2O$$

Asidimetri merupakan penetapan kadar secara kuantitatif terhadap senyawa-senyawa yang bersifat basa dengan

menggunakan baku asam, sebaliknya alkalimetri adalah penetapan kadar senyawa-senyawa yang bersifat asam dengan menggunakan baku basa.

Reaksi-reaksi yang terjadi dalam titrasi asidi alkalimetri (netralisasi) adalah:

- Asam dengan basa (reaksi penetralan); agar kuantitatif, maka asam dan atau basa yang bersangkutan harus kuat.
- Asam dengan garam (reaksi pembentukan asam lemah); agar kuantitatif asam harus kuat dan garam itu harus terbentuk dari asam lemah.

  Contoh:

  $$HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

  $$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 + 2NaCl$$

  $$HCl + NH_4BO_2 \longrightarrow HBO_2 + NH_4Cl$$

- Basa dengan garam; agar kuantitatif basa harus kuat dan garam harus terbentuk dari basa lemah, jadi berdasarkan pembentukan basa lemah tersebut.

Penetapan titik akhir pada proses netralisasi digunakan indikator. Menurut W. Ostwald, indikator adalah suatu senyawa organik kompleks dalam bentuk asam atau dalam bentuk basa yang mampu berada dalam keadaan dua macam bentuk warna yang berbeda dan dapat saling berubah warna dari bentuk satu ke bentuk yang lain, ada konsebtrasi H^+ tertentu pada pH tertentu. Jalannya proses titrasi asidi-alkalimetri dapat diikuti dengan melihat perubahan pH larutan selama titrasi, yang terpenting adalah perubahan pH pada saat dan di sekitar titik ekuivalen, karena hal ini berhubungan erat dengan pemilihan indikator agar kesalahan titrasi sekecil-kecilnya.

Jenis-jenis titrasi asam-basa adalah :

a. Asam Kuat dengan Basa Kuat
b. Asam Kuat dengan Basa Lemah
c. Asam Lemah dengan Basa Lemah
d. Asam Lemah dengan Basa Kuat

Asam kuat dan Basa kuat terdisosiasi lengkap dalam larutan air jadi pH pada berbagai titik selama titrasi dapat dihitung langsung dari kuantitas stoikiometri asam dan basa yang bereaksi. Perubahan besar pada pH selama titrasi digunakan untuk menentukan kapan titik kesetaraan itu dicapai. Untuk menentukan titik akhir titrasi digunakan indikator. Banyak asam dan basa organik lemah yang bentuk ion dan bentuk tak terdisosiasinya menunjukkan warna yang berlainan. Molekul-molekul semacam itu dapat digunakan untuk menetapkan kapan telah ditambahkan cukup titran dan disebut indikator tampak (visual indicator). Berikut adalah daftar indikator beserta perubahan warnanya pada rentang pH tertentu.

Tabel 11. Indikator asam - basa

Nama Indikator	Warna Asam	Warna Basa	pH
Biru timol	Merah	Kuning	1,3 – 3,0
Kuning metal	Merah	Kuning	2,9 – 4,0
Jingga metil	Merah	Kuning jingga	3,1 – 4,4
Biru brom fenol	Kuning	Pink	3,0 – 4,6
Hijau brom kresol	Kuning	Biru	4,8 – 5,4
Metil merah	Merah	Kuning	4,2 – 6,2
Biru brom timol	Kuning	Biru	6,0 – 7,6
Merah fenol	Kuning	Merah	6,4 – 8,0
Fenolftalein	Tidak berwarna	Pink	8,0 – 10,0
Timolftalein	Tidak	Biru	8,3 – 10,5

Nama Indikator	Warna Asam	Warna Basa	pH
	berwarna		

2. Titrasi presipitimetri (pengendapan)

Titrasi presipitimetri yaitu titrasi dimana terbentuk endapan yang sukar larut. Semakin kecil kelarutan endapan, semakin sempurna reaksinya.

Contoh:

$Ag^{+} + Cl^{-} \longrightarrow AgCl_{(s)}$

$3Zn^{2+} + 2K_4Fe(CN)_6 \longrightarrow K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_{2(s)} + 6K^{+}$

Titrasi presipitimetri yang menyangkut larutan perak biasa disebut argentometri. Argentometri adalah peniteran berdasarkan pengendapan ion khlorida, yodida atau bromide dengan $AgNO_3$ yang titarnya diketahui:

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + NaNO_3$

Metode-metode argentometri:

a) Metode Mohr,

Titik setara argentometri dapat diamati dengan penambahan petunjuk larutan K_2CrO_4 5% yang akan membentuk endapan merah, Ag_2CrO_4 dengan kelebihan $AgNO_3$

$K_2CrO_4 + 2AgNO_3 \longrightarrow Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$

b) *Metode Volhard,*

Perak dapat ditetapkan secara teliti dalam suasana asam dengan larutan baku kalium atau ammonium tiosianat, kelebihan tiosiasanat dapat ditetapkan secara jelas dengan garam besi (III) nitrat atau besi (III) ammonium sulfat sebagai indikator yang membentuk warna merah dari kompleks besi (III) tiosianat dalam lingkungan asam nitrat 0,5 – 1,5 N. titrasi ini harus dilakukan dalam suasanana asam, sebab ion besi (III)

akan diendapkan menjadi $Fe(OH)_3$ jika suasananya basa, sehingga titik akhir tidak dapat ditujukan.

c) *Metode K. Fajans*,

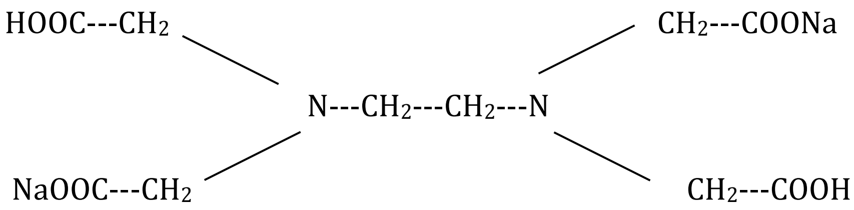
Pada metode ini digunakan indikator adsorbs, sebagai kenyataan bahwa pada titik ekuivalen indikator teradsorbsi oleh endapan. Indikator ini tidak memberikan perubahan warna kepada larutan, tetapi pada permukaan endapan. Endapan harus dijaga sedapat mungkin dalam bentuk kaloid.

d) *Metode Liebig*

Pada metode ini titik akhir titrasinya tidak ditentukan dengan indikator, akan tetapi ditunjukan dengan terjadinya kekeruhan. Ketika larutan perak nitrat ditambahkan kepada larutan alkali sianida akan terbentuk andapan putih, tetapi pada penggojokan larut kembali karena terbentuk kompleks sianida yang stabil. Jika reaksi telah sempurna, penambahan larutan perak nitrat lebih lanjut akan menghasilkan endapan perak sianida. Titik akhir ditunjukan oleh terjadinya kekeruhan yang tetap. Kesukaran dalam memperoleh titik akhir yang jelas disebabkan karena sangat lambatnya endapan melarut pada saat mendekati titik akhir.

3. Titrasi kompleksometri

Titrasi kompleksometri adalah titrasi berdasarkan pembentukan senyawa kompleks antara kation (ion logam) dengan zat pembentuk kompleks (ligan). Salah satu zat pembentuk kompleks yang banyak digunakan dalam titrasi kompleksometri adalah garam dinatrium etilendiamina tetraasetat (dinatrium EDTA) yang mempunyai rumus bangun sebagai berikut :



Reaksi pembentukan kompleks dengan ion logam adalah :

$$H_2Y^{2-} + Mn^{+} \longrightarrow My^{n-4} + 2H^{+}$$

H_2Y^{2-} = EDTA

Larutan Na_2EDTA merupakan larutan standar sekunder sehingga harus distandarisasi dengan larutan standar primer misalnya larutan Zn^{2+} (dari logam Zn atau garam $ZnSO_4.7H_2O$) atau Mg^{2+}.

Kestabilan dari senyawa kompleks yang terbentuk tergantung dari sifat kation dan pH dari larutan, oleh karena itu titrasi dilakukan pada pH tertentu. Pada larutan yang terlalu alkalis perlu diperhitungkan kemungkinan mengendapnya logam hidroksida.

Penetapan titik akhir titrasi digunakan indikator logam, yaitu indikator yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam. Ikatan kompleks antara indikator dan ion logam harus lebih lemah dari pada ikatan kompleks antara larutan titar dan ion logam. Larutan indikator bebas mempunyai warna yang berbeda dengan larutan kompleks indikator.

Indikator yang banyak digunakan dalam titrasi kompleksometri adalah:

a. Hitam eriokrom

Indikator ini peka terhadap perubahan kadar logam dan pH larutan. Pada pH 8-10 senyawa ini berwarna biru dan kompleksnya berwarna merah anggur. Pada pH 5 senyawa itu sendiri berwarna merah sehingga titik akhir sekar diamati, demikian juga pada pH 12. Umumnya titrasi dengan indikator ini dilakukan pada pH 10.

b. Jingga xilenol

Indikator ini berwarna kuning sitrun dalam suasana asam dan merah dalam suasana alkali. Kompleks logam-jingga xilenol berwarna merah, karena itu digunakan pada titrasi dalam suasana asam.

c. Biru Hidroksi Naftol

Indikator ini memberikan warna merah sampai lembayung pada daerah pH 12-13 dan menjadi biru jernih jika terjadi kelebihan edetat.

Titrasi kompleksometri umumnya dilakukan secara langsung untuk logam yang dengan cepat membentuk senyawa kompleks, sedangkan yang lambat membentuk senyawa kompleks dilakukan titrasi kembali.

b) Titrasi berdasarkan reaksi reduksi oksidasi (Redoks)

Oksidasi adalah pelepasan satu atau lebih elektron dari suatu atom, ion atau molekul. Sedang reduksi adalah penangkapan satu atau lebih elektron oleh suatu atom, ion atau molekul. Tidak ada elektron bebas dalam sistem kimia, dan pelepasan elektron oleh suatu zat

kimia selalu disertai dengan penangkapan elektron oleh bagian yang lain, dengan kata lain reaksi oksidasi selalu diikuti reaksi reduksi.

Dalam reaksi oksidasi reduksi (redoks) terjadi perubahan valensi dari zat-zat yang mengadakan reaksi. Disini terjadi transfer elektron dari pasangan pereduksi ke pasangan pengoksidasi. Suatu reaksi redoks umumnya dapat ditulis sbb :

$$\text{Red} \longrightarrow \text{oks} + \text{ne}$$

Dimana red menunjukkan bentuk tereduksi (disebut juga reduktan atau zat pereduksi) oks adalah bentuk teroksidasi (oksidan atau zat pengoksidasi), n adalah jumlah elektron yang ditransfer dan e adalah elektron.

Titrasi berdasarkan rekasi redoks yaitu terjadinya perpindahan elektron, disini terdapat unsur-unsur yang mengalami perubahan tingkat valensi. Reaksinya merupakan reaksi serah terima elektron, yaitu elektron diberikan oleh pereduksi (proses oksidasi) dan diterima oleh pengoksidasi (proses reduksi).

Contoh:

$$(COOH)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + H_2O + K_2SO_4 + MnSO_4$$

$$Ce^{4+} + Fe^{2+} \longrightarrow Ce^{3+} + Fe^{3+}$$

$$I_2 + Na_2S_2O_3 \longrightarrow NaI + Na_2S_4O_6$$

Reaksi redoks secara luas digunakan dalam analisa titrimetrik dari zat-zat anorganik maupun organik. Untuk menetapkan titik akhir pada titrasi redoks dapat dilakukan secara potensiometrik atau dengan bantuan indikator.

Indikator yang digunakan pada penentuan titik akhir titrasi redoks adalah :

a. Warna dari pereaksinya sendiri (auto Indikator)

Apabila pereaksinya sudah memiliki warna yang kuat, kemudian warna tersebut hilang atau berubah bila direaksikan dengan zat lain maka pereaksi tersebut dapat bertindak sebagai indikator. Contoh : $KMnO_4$ berwarna ungu, bila direduksi berubah menjadi ion Mn^{2+} yang tidak berwarna atau larutan I_2 yang berwarna kuning coklat dan titik akhir titrasi diketahui dari hilangnya warna kuning, perubahan ini dipertajam dengan penambahan larutan amilum.

b. Indikator Redoks

Indikator redoks adalah indikator yang dalam bentuk oksidasinya berbeda dengan warna dalam bentuk reduksinya. Contohnya Difenilamin dan Difenilbensidina, indikator ini sukar larut di dalam air,pada penggunaannya dilarutkan dalam asam sulfat pekat.

c. Indikator Eksternal

Indikator eksternal dipergunakan apabila indikator internal tidak ada. Contoh, Ferrisianida untuk penentuan ion ferro memberikan warna biru.

d. Indikator Spesifik

Indikator spesifik adalah zat yang bereaksi secara khas dengan salah satu pereaksi dalam titrasi menghasilkan warna. Contoh : amilum membentuk warna biru dengan iodium atau tiosianat membentuk warna merah dengan ion ferri.

Jenis titrasi Redoks adalah :

Analisis titrimetri yang berdasarkan reaksi redoks diantaranya adalah permanganometri, Iodometri, Iodimetri, Iodatometri,dan bromatometri.

a) Titrasi Permanganometri

Permanganometri adalah penetapan kadar zat berdasar atas reaksi oksidasi reduksi dengan $KMnO_4$. Dalam suasana asam

reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4 H_2O$$

Contoh : $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$

Dengan demikian berat ekivalennya seperlima dari berat molekulnya atau 31,606. Asam sulfat merupakan asam yang paling cocok karena tidak bereaksi dengan permanganat.

Sedangkan dengan asam klorida terjadi reaksi sebagai berkut:

$$2 MnO_4^- + 10 Cl^- + 16 H^+ \longrightarrow 2 Mn^{2+} + 5 Cl_2 + 8 H_2O$$

Untuk larutan tidak berwarna, tidak perlu menggunakan indikator, karena 0,01 ml kalium permanganat 0,1 N dalam 100 ml larutan telah dapat dilihat warna ungunya. Untuk memperjelas titik akhir dapat ditambahkan indikator redoks seperti feroin, asam N-fenil antranilat. Penambahan indikator ini biasanya tidak diperlukan, kecuali jika menggunakan kalium permanganat 0,01 N .

b) Titrasi Iodometri/Iodimetri

Iodida merupakan oksidator yang relatif lemah. Oksidasi potensial sistem iodium iodida ini dapat dituliskan sebagai reaksi berikut ini :

$$I_2 + 2 e^- \longleftrightarrow 2 I^- \qquad E^o = + 0,535 \text{ volt}$$

Iodimetri merupakan titrasi langsung dengan baku iodium terhadap senyawa dengan potensial oksidasi yang lebih rendah, Iodometri merupakan titrasi tidak langsung, metode ini diterapkan terhadap senyawa dengan potensial oksidasi yang lebih besar dari sistem iodium iodida. Iodium yang bebas dititrasi dengan natrium tiosulfat.

Satu tetes larutan iodium 0,1 N dalam 100 ml air memberikan warna kuning pucat. Untuk menaikkan kepekaan titik akhir dapat

digunakan indikator kanji. Iodium dilihat dengan kadar iodium 2 x 10^{-4} M dan iodida 4 x 10^{-4} M. Penyusun utama kanji adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa dengan iodium membentuk warna biru, sedangkan amilopektin membentuk warna merah. Sebagai indikator dapat pula digunakan karbon tetraklorida. Adanya iodium dalam lapisan organik menimbulkan warna ungu.

c) Titrasi Iodatometri

Kalium Iodat merupakan oksidator yang kuat. Dalam kondisi tertentu kalium Iodat dapat bereaksi secara kuantitatif dengan yodida atau Iodium. Dalam larutan yang tidak terlalu asam, reaksi Iodat dengan garam Iodium, seperti kalium yodida, akan berhenti jika Iodat telah tereduksi menjadi Iodium.

Reaksi : $IO_3^- + 2\,I^- + 3\,Cl^- \longrightarrow 3\,H_2O + 3\,I_2$

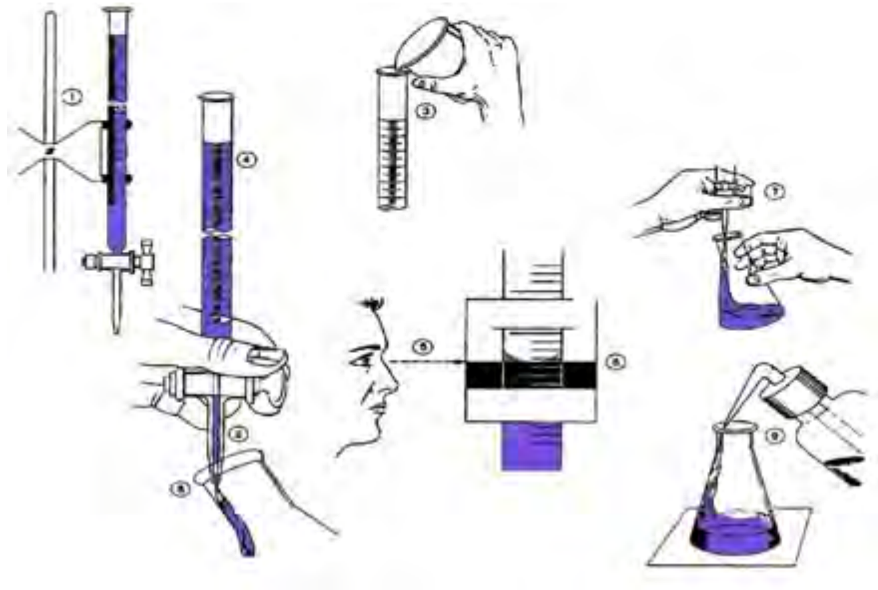
I_2 yang terbentuk dapat dititrasi dengan natrium tiosulfat baku. Jika konsentrasi asamnya tinggi yaitu lebih dari 4 N, Iodium yang terbentuk pada reaksi diatas akan dioksidasi oleh Iodat menjadi ion Iodium, I^+. Konsentrasi ion klorida yang tinggi menyebabkan terbentuknya Iodium monoklorida yang stabil terhadap hidrolisis karena adanya asam klorida.

$$IO_3^- + 2\,I^- + 3\,Cl^- + 6H^+ \longrightarrow 3ICl + 3\,H_2O$$

Pada reaksi ini untuk mengamati titik akhir reaksi dapat digunakan kloroform atau karbon tetraklorida. Pada awal titrasi timbul Iodium sehingga larutan kloroform berwarna ungu. Pada titrasi selanjutnya Iodium yang terbentuk akan dioksidasi lagi menjadi I- dan warna lapisan kloroform menjadi hilang.

d. Cara Pelaksanaan Titrasi

1. Mula-mula buret diisi dengan titrant (larutan baku) hingga tanda garis nol (periksa jangan ada gelembung udara).
2. Dengan mempergunakan pipet, larutan contoh dimasukkan ke dalam labu erlemeyer bersih dan tambahkan kedalamnya beberapa tetes larutan indikator yang cocok (kecuali bila salah satu larutan yang direaksikan merupakan indikator juga).
3. Lakukan titrasi kedalam larutan yang berada dalam erlemeyer yaitu teteskan sedikit larutan penitar dari buret, hingga warna larutan berubah. Pada permulaan hendaknya larutan penitar dialirkan sebagai aliran kecil ke dalam erlemeyer yang terus digoyang.
4. Bila telah mendekati titik akhir, penambahan larutan penitar diatur lebih pelan dan pada akhirnya tetes demi tetes. Selama penitaran cerat (kran) buret harus dipegang dengan tangan kiri, sedangkan labu yang berisi larutan contoh dipegang dengan tangan kanan sambil digoyang-goyangkan, agar larutan bercampur dengan baik.
5. Hasil titrasi dinyatakan betul, bila pada titik akhir warna larutan yang sedang dititar berubah dengan tajam pada penambahan tetes terakhir larutan penitar.
6. Agar perubahan warna dapat diamati lebih mudah, simpanlah alas putih atau sehelai kertas putih dibawah erlemeyer penitar. Disamping itu baik pula disiapkan larutan pembanding (40-50 ml air suling dibubuhi setetes larutan bahan baku dan sekian tetes larutan indikator yang sama banyaknya seperti untuk larutan dititar)



Gambar 44. Proses titrasi
Sumber: http://megawatimeoong.files.wordpress.com

7. Bandingkanlah warna larutan pembanding dengan warna larutan yang dititar/dititrasi. Akhirnya titik akhir titrasi dapat dicek dengan menambahkan setetes larutan yang sedang dianalisis ke dalam larutan yang telah dititar, warna larutan harus berubah dengan tajam.
8. Titrasi dilakukan sedikitnya dua kali (duplo) kalau perlu tiga kali (triple). Hasil dari dua titrasi hendaknya jangan berbeda lebih dari 0,05 mL.

e. Alat Ukur yang digunakan Analisis Titrimetri

Alat ukur titimetri yang umum digunakan dalam analisis kuantitatif ialah:

a. Labu ukur (disebut juga labu takar, labu volumetrik, maatkolf, *graduated flask*)
b. Pipet seukuran (pipet pindah, pipet volumetrik, vol-pipet, *transfer pipette*)
c. Buret
d. Gelas ukur (silinder ukur, *graduated cylinder*)

e. Pipet ukur (*graduated pipette*)

Labu ukur, pipet seukuran, dan buret harus digunakan bila pengukuran volume memerlukan ketelitian yang tinggi. Sedangkan pipet ukur dan gelas ukur dapat digunakan jika ketelitiannya kurang begitu diperlukan.

Pada umumnya labu ukur dikalibrasi untuk isinya yaitu volume larutan yang terkandung sesuai dengan yang dinyatakan pada labu tersebut serta tanda TC atau C yang berarti "To Contain" atau "Contain". Keempat alat ukur lainnya, pada umumnya dikalibrasi untuk cairan yang dikeluarkan. Tanda TD pada alat-alat tersebut berarti "To Deliver" maksudnya bahwa kalibrasinya untuk volume cairan yang dipindahkan/dikeluarkan.

Penggunaan alat-alat ukur titimetri agar diperhatikan:

- Bacalah bagian bawah meniscus untuk menentukan sikap volume. Untuk larutan yang berwarna gelap dan tidak bening dimana bagian bawah meniscus tidak tampak dengan jelas maka bacalah bagian atasnya.
- Jangan memegang alat tersebut dengan telapak tangan (digenggam). Peganglah labu ukur pada lehernya dan pipet pada tangkai atasnya dengan jari.
- Jangan mengeringkan di dalam lemari pengering atau dipanaskan. Kalau perlu keringkanlah dengan pembilasan alkohol atau aseton dan kemudian ditiup dengan blower
- Jagalah jangan sampai bagian bejana volumetrik menjadi kotor dan berlemak. Cucilah segera alat-alat bekas pakai sebelum disimpan di lemari.

Alat-alat ini tidak boleh dipanaskan agar volumenya tidak berubah. Untuk mengeringkan alat tersebut dapat dibilasi dengan alkohol 96%. Alat yang bermulut lebar dapat ditiup dengan blower dan yang bermulut

kecil dapat dihisap dengan pompa vakum berkali-kali, sehingga alat itu kering.

1. Buret

Alat ini terbuat dari pipa kaca yang berpenampang lintang serba sama, berskala 1/10 ml dan ujung bawahnya bertutupkan kran kaca atau pipa karet bersumbatkan bola kaca kecil, berpenampang lebih kasar dari pada penampang dalam pipa karet serta berujung pipa kapiler. Biasanya ukuran buret antara 25-50 ml.

Buret yang dipergunakan untuk menitar ada beberapa macam antara lain:

a. Buret asam (berkran kaca)

   Dipergunakan untuk larutan yang bersifat :

   1. Asam : HCl, H_2SO_4, HNO_3
   2. Netral : Tio, KCNS
   3. Pengoksidasi : $KMnO_4$, I_2, $AgNO_3$

   Buret asam tidak dapat digunakan untuk larutan yang bersifat basa, karena basa akan merusak silikat atau bereaksi dengan CO_2 dari udara hingga menjadi karbonat, yang bila dikeringkan akan merusak kran (akan macet).

   Untuk larutan 2 dan 3 hendaknya dipergunakan buret berwarna coklat (*Ember glass*) untuk menghindari penguraian oleh sinar matahari (ultra violet), agar tidak macet kran kaca harus dilumasi dengan vaselin, tetapi tidak boleh masuk ke dalam lubang kran atau ke dalam buret.

b. Buret basa (dengan cerat karet dan bola kaca) dipergunakan untuk larutan yang bersifat :

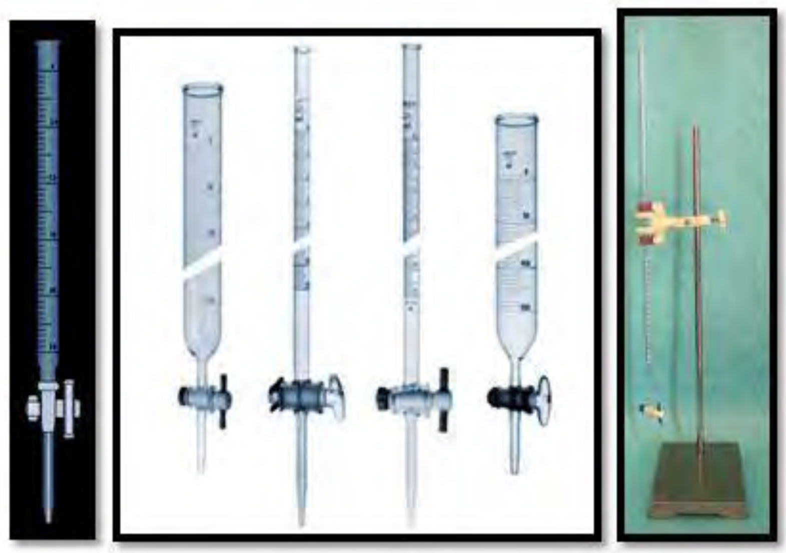
   1. Basa : NaOH, KOH, dan NH_4OH
   2. Netral

   Dengan memijat pipa karet pada tempat yang berisi bola kaca, cairan akan keluar sesuai dengan keras tidaknya memijit. Buret

basa tidak dapat dipergunakan untuk larutan yang bersifat pengoksidasi dan asam, karena akan merusak karet.

c. Buret "Schellbach"

Pada buret Schellbach dinding dalam bagian belakang dilengkapi dengan garis biru diatas dasar putih. Buret ini ada yang berkran kaca atau bercerat karet.



Gambar 45. Buret
Sumber: http://driverhutapadang.blogspot.com

Cara pemakaian buret:

Sebelum diisi dengan larutan baku, buret harus direndam dahulu dalam larutan asam sulfat kaliumdikhromat selama 1-2 jam. Kemudian buret dicuci (5-6 kali), dibilasi berturut-turut dengan air ledeng, air suling (2-3 kali) dan akhirnya dengan larutan baku yang akan dipergunakan.

Kemudian buret diklem pada tiang buret dalam posisi tegak (tidak boleh miring), baru diisi dengan larutan baku (titrant) hingga sedikit

diatas garis nol. Udara yang terkurung dalam kran atau bagian bawah harus dihilangkan.

Sekarang bagian atas dalam buret, di atas permukaan cairan, diseka dengan kertas saring sampai kering. Kemudian permukaan cairan diimpitkan pada garis nol. Pada pengamatan garis buret, mata dan garis buret harus sama tinggi (sejajar). Agar pengamatan lebih jelas maka dapat dipergunakan kertas hitam-putih.

Bila yang diukur cairan berwarna atau yang dipergunakan buret berwarna, maka yang diamati bukan miniskus cairan, tetapi permukaan cairan paling atas misalnya $KMnO_4$ dan I_2. Untuk mengamati permukaan cairan dalam buret "Schellbach" tidak perlu dipergunakan kertas hitam putih.

2. Pipet

Alat ini terbuat dari pipa kaca, bagian tengahnya membesar, ujung bawahnya menyempit (kapiler) dan digunakan untuk memindahkan cairan tertentu. Dikenal dua macam pipet :

a. Pipet isi (pipet volume)

   Bagian atas pipet isi terdapat tanda garis yang menentukan sampai batas mana pipet tersebut harus diisi. Bagian tengah pipet membesar dan ujung bawahnya menyempit (kapiler). Pada bagian yang besar tertulis kapasitas pipet tersebut dan suhu peneraan. Pada umumnya kapasitas pipet tersebut : 10, 25, 50, dan 100 ml.

b. Pipet ukur (graduated pipet)

   Pipet ukur terdapat skala 1 seperti halnya pada buret, sehingga dapat mengukur cairan sampai satuan isi tertentu sesuai dengan yang dikehendaki. Skala ini biasanya dibagi sampai 1/10 mL.



Gambar 46. Pipet Volume
Sumber: http://abadijayasentosa.blogspot.com

Cara pemakaian pipet :

Sebelum diperlukan, pipet harus dicuci dahulu dengan larutan H_2SO_4 – $K_2Cr_2O_7$ selama 1-2 jam. Kemudian dibilas berturut-turut dengan air ledeng, air suling dengan larutan yang akan dipergunakan (larutan contoh). Pada waktu pengimpitan, ujung pipet diletakkan pada dinding, piala atau bibir labu erlemeyer, pipet harus tegak dan membentuk sudut 45^0 dengan bibir labu atau piala.

Kemudian isinya dituangkan dengan posisi pipet sama seperti waktu mengimpitkan. Setelah kosong dibiarkan ± 15 detik baru diangkat. Cairan yang tertinggal diujung pipet jangan ditiup (dibuang).

3. Labu Ukur

Labu ukur adalah sebuah labu berdasar rata, berleher sempit tetapi panjang dan bertanda garis sebagai tanda batas isi labu. Pada tiap labu ukur tertera kapasitas dan suhu teranya. Labu yang dipergunakan untuk tempat membuat larutan dan mengukurnya dalam volume tertentu. Pada umumnya labu ukur tidak dipergunakan untuk memindahkan isi cairan tertentu, seperti halnya pipet.



Gambar 47.. Labu ukur
Sumber: http://instrumendua.blogspot.com

Cara pemakaian labu ukur:

Bila contoh berupa larutan dapat langsung dimasukan ke dalam labu ukur dengan pipet. Tetapi bila contoh berupa hablur dan tidak perlu dipanaskan dahulu dilakukan seperti berikut:

Mula-mula dimasukan ke dalam mulut labu ukur gagang corong kaca, dan ganjallah dengan batang kaca yang bengkok agar udara yang didesak cairan dengan mudah dapat keluar (dapat juga dengan kertas yang digulung). Kemudian contoh dimasukan dengan hati-hati kedalam labu, dibilasi dengan air suling (pelarut yang dipakai) sampai 1/4 isi labu tersebut. Labu digoyangkan (jangan dikocok) sampai semua larut.

Apabila zat yang akan dilarutkan harus dipanaskan, maka zat tersebut jangan dipanaskan dalam labu ukur, tetapi contoh tersebut harus dilarutkan dahulu dengan air panas dalam gelas piala dan setelah dingin baru dimasukan ke dalam labu ukur. Labu diisi lagi air sampai dibawah lehernya, digoyangkan (jangan dikocok) dan ditambah lagi air sampai kira-kira 1 cm dibawah tanda garis, leher labu dikeringkan dengan secarik kertas saring.

Akhirnya dengan mempergunakan pipet tambahkan lagi air setetes demi setetes, hingga miniskus berimpit dengan garis. Labu ditutup, kemudian dikocok (labu dibalikkan dan ditegakkan lagi minimal 15 kali).

4. Erlemeyer

Erlemeyer dipergunakan sebagai tempat contoh yang akan dititar bagian bawah erlemeyer lebar, sedangkan bagian atasnya menyempit sehingga bila digoyangkan cairan tidak akan muncrat keluar.

Ada dua macam erlemeyer :

1. Erlemeyer biasa (polos), yang digunakan sebagai tempat titrat dalam titrasi.
2. Erlemeyer asah (labu Iod), digunakan untuk titrasi Iodometri yang menghasilkan Iod yang mudah menyublim, atau pada penitaran yang memerlukan pengocokan yang kuat demi kesempurnaan reaksi.



Gambar 48. Erlenmeyer
Sumber: http://labsuppliesusa.com

Cara pemakaian erlenmeyer:

Contoh yang berupa padatan hanya dimasukan ke dalam erlemeyer dengan mempergunakan corong bergagang lurus. Bila contoh berupa

cairan biasanya dimasukan ke dalam erlemeyer dengan mempergunakan pipet.

Kemudian bagian atas dalam erlemeyer, mulai dari mulutnya dibilasi dengan air suling (mempergunakan labu/botol semprot) supaya semua contoh turun ke dalam erlemeyer. Pada waktu penitaran (titrasi), leher erlemeyer dipegang denga ibu jari telunjuk dan jari tengah tangan kanan. Selama pelaksanaan titrasi bagian erlemeyer yang bergoyang hanyalah bagian bawah dengan cara putaran kebalikan jarum jam.

f. Membersihkan Alat-Alat Titrimetri

Salah satu syarat yang penting dalam penggunaan alat-alat titimetri terutama alat ukur ialah harus betul-betul bersih dan bebas dari lemak. Apabila alat-alat belum bebas dari lemak, hal ini dapat terlihat dari tidak meratanya lapisan air dan atau adanya tetesan air yang tertinggal pada dinding atau permukaan gelas bila setelah diisi dan kemudian dikeluarkan airnya.

Cara-cara membersihkan :

- Cucilah alat-alat gelas dengan menggunakan teepol atau detergen lainnya dengan cara mengisikannya kedalam alat tersebut. Kemudian kocok atau sikatlah sehingga kotoran terlepas. Tuangkan isinya dan bilas dengan air keran sampai bersih dari detergen dan bilaslah dengan aquades sebanyak 3 kali taru dalam keadaan terbalik agar semua air menetes keluar.
- Untuk alat alat yang berlemak dan tidak hilang dengan pencucian diatas, gunakan salah satu larutan pencuci dibawah ini :
  a. Larutan dikromat asam sulfat pekat

     Larutkan 25 gram kalium atau natrium dikromat dalam 50 ml air panas, pindahkan ke dalam gelas kimia 800 ml, dinginkan. Tambahkan dengan hati-hati sedikit demi sedikit asam sulfat

pekat teknis sambil diaduk dengan baik sampai volumenya 500 ml. Pencucian dilakukan dengan cara merendam atau mengisi alat-alat gelas selama beberapa jam atau semalam, kemudian dicuci dengan air kran dan dibilas dengan aquades.

b. Larutan KOH dalam alkohol

Larutkan 100 gr KOH teknis dalam 100 ml air, biarkan agar mendingin. Encerkan dengan penambahan alkohol 95% sampai 1 liter. Larutan ini bersifat basa keras sehingga akan merusak gelas. Pencucian dilakukan dengan cara mengisi alat-alat gelas dengan sedikit larutan KHO-alkohol, lalu usahakan agar seluruh permukaan dalam terbilas dengan cara memutarbalikan alat gelas tersebut. Biarkan untuk beberapa menit (5-10 menit) dan bilaslah baik-baik dengan air kran dan kemudian aquades.

Perhatian!

Karena kedua larutan pembersih mengandung asam dan basa kuat yang pekat, jangan sekali-kali menyedot dengan mulut untuk membersihkan pipet, usahakan agar tidak ada tumpahan/percikan ke meja kerja, lantai, badan, serta pakaian. Pembersih ini dapat digunakan berulang-ulang, kembalikan bekas pakai ke botol asal. Bila larutan dikromat asam sulfat telah berwarna hijau, hal ini menandakan sudah tidak efektif lagi sebagai pembersih. Encerkan dahulu dengan cara menuangkan sedikit demi sedikit ke dalam air yang banyak agar tidak terjadi panas yang mendadak, sebelum dibuang ke saluran pembuangan.

g. Kalibrasi Alat-Alat Ukur Titimetri

Satuan volume yang biasa digunakan dalam kimia analis adalah liter atau milliliter. Sebelum tahun 1964, satu liter didefinisikan sebagai volume dari 1 kg air yang ditimbang dalam vakum pada temperatur 3,98^{0}C pada tekanan 1 atm, yang ternyata sesuai dengan 1,000028 dm^3. Dalam tahun 1964, pada konferensi umum bobot dan ukuran XII di paris diputuskan

definisi baru tentang besaran liter, atau sebagai nama lain dari dm^3. Dengan demikian menghapus perbedaan sebesar 0,000028 antara liter dan dm^3. Pada umumnya, air digunakan sebagai bahan pengkalibrasi volume karena kerapatan jenis air pada berbagai temperatur telah diketahui dengan tepat (dalam vakum). Berbagai koreksi perlu dilakukan untuk menentukan volume air dari beratnya. Hal ini disebabkan adanya:

- Perbedaan temperatur pada percobaan di laboratorium dengan temperatur alat dikalibrasi pertama kali untuk menentukan skalanya, yaitu pada 20^0C atau $27,5^0C$, hal ini karena adanya perbedaan koefisien muai air dan gelas yang berbeda.
- Rapat jenis air ditetapkan dalam keadaan vakum
- Perbedaan rapat jenis air dengan rapat jenis batu timbangan menyebabkan perbedaan gaya tekan ke atas yang besarnya tergantung dari tekanan atmosfir dan kelembabannya

Hubungan antara berat air dengan volumenya (dalam hal ini volume alat gelas) yang telah dikoreksi untuk hal tersebut di atas diberikan pada **Tabel 7.**

Tabel 12. Volume alat gelas(dikoreksi pada 20^0C) yang mengandung 1 gram air pada berbagai temperatur

Temp (^0C)	Volume (mL)	Temp (^0C)	Volume (mL)
10	1,0016	23	1,0034
11	1,0017	24	1,0036
12	1,0018	25	1,0038
13	1,0019	26	1,0041
14	1,0020	27	1,0043
15	1,0021	28	1,0046
16	1,0022	29	1,0048
17	1,0023	30	1,0051
18	1,0025	31	1,0054

Temp (^0C)	Volume (mL)	Temp (^0C)	Volume (mL)
19	1,0026	32	1,0056
20	1,0028	33	1,0059
21	1,0030	34	1,0062
22	1,0032	35	1,0069

Tabel 8. menunjukkan toleransi yang diberikan untuk alat ukur volemetri yang ditetapkan NBS (Amerika Serikat) dan BS Class A (Inggris) untuk alat dengan ketelitian yang sangat tinggi serta BS Class B (juga di farmkope Indonesia) untuk alat-alat yang digunakan dengan ketepatan yang biasa-biasa.

Tabel 13. Toleransi untuk alat ukur volumetri dari gelas (mL)

Kapasitas sama atau Kurang dari (mL)	Labu takar		Pipet		Buret	
	NBS/BS-A	NBS/BS-B				
	(I)	(II)	(I)	(II)	(I)	(II)
2	-	-	0,006		-	-
5	-	0,05	0,01		0,01	
10	-	-	0,02	0,04	0,02	0,04
25	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06
50	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10
100	0,08	0,16	0,08	0,12	0,10	0,20
200	0,10	0,20	0,10	0,20	-	-
500	0,15	0,30				
1000	0,30	0,80				

Petunjuk umum kalibrasi :

1. Alat-alat yang akan dikalibrasi harus benar-benar bersih dan bebas lemak. Labu ukur harus dalam keadaan kering sebelum ditimbang

dalam keadaan kosong, sedangkan buret dan pipet tidak perlu dikeringkan.

2. Alat-alat dan air yang akan digunakan untuk kalibrasi harus mempunyai temperatur yang sama dengan temperatur ruang. Siapkan beberapa jam sebelum percobaan dimulai dan taruh di sekitar timbangan (di ruang timbang)
3. Untuk alat-alat yang kecil, berat kurang dari daya muat maksimum timbangan, gunakanlah neraca analitik. Pembacaan dengan teliti cukup sampai satuan milligram. Neraca teknis dengan ketelitian sampai puluhan mg digunakan untuk menimbang yang lebih berat dari daya muat maksimum neraca analitis
4. Ulangi percobaan 1-2 kali, untuk perhitungan gunakan harga rata-ratanya.

Contoh perhitungan (gunakan Tabel I dan II)

Berapa koreksi kalibrasi dari pipet 10 mL yang mengeluarkan 9,93 g air pada temperatur 19^{0}C? apakah perlu diadakan koreksi?

Jawab:

Volume pipet = 9,93 x 1,0026 = 9,96 mL (pada 20^{0}C tabel I)

Penyimpangan = (9,96 – 10,00) mL = -0,04 mL

Toleransi yang diijinkan (tabel II) untuk Class B = 0,04 mL

Pipet ini memenuhi syarat untuk Class B karena toleransinya yang diberikan adalah 0,04 (Tabel II) tetapi tidak memenuhi syarat Class A atau NBS (0,02 mL)

1. Kalibrasi pipet

a) Periksalah apakah pipet bersih, bagian dalam pipet harus dilapisi air yang merata. Pipet tidak perlu dikeringkan.
b) Timbang labu erlemeyer 100 ml yang bersih dan kering (ingat temperaturnya) sampai mg yang terdekat

c) Isilah pipet dengan aquades dengan cara menghisap, bilaskan dan ulangi 2-3 kali. Ukur temperatur dari aquades

d) Isilah pipet dengan aquades sampai melewati tanda batas. Keringkan bagian luar pipet yang basah dengan melapnya dengan kertas saring.

e) Pipet dipegang tegak lurus dan gunakan telunjuk untuk menutup buka ujung pipet dan ujung bawah pipet ditempelkan ke dinding bejana yang dimiringkan ± 45^0. Keluarkan air dengan hati-hati sampai meniskusnya tepat duduk pada tanda batas.

f) Masukkan isi pipet ke dalam erlemeyer yang telah ditimbang dengan menempelkan ujung bawah pipet ke dinding bagian dalam erlemeyer yang dimiringkan (45^0) dengan pipet dalam keadaan tegak lurus.

g) Jika seluruh isi pipet telah keluar seluruhnya, tunggu 10 detik sebelum pipet diangkat.Air yang tertinggal diujung pipet tidak boleh dikeluarkan.

h) Timbang kembali erlemeyer yang berisi air tersebut

i) Ulangi kalibrasi sekali lagi, jika kedua hasil percobaan berbeda dari 0,03 g (setara dengan 0,03 ml) ulangi percobaan sekali lagi. Ambil harga rata-rata dan tentukan berat air yang dikeluarkan pipet tersebut.

j) Hitunglah volume pipet dengan menggunakan tabel I. tentukan besarnya kotreksi dan gunakanlah untuk praktikum selanjutnya.

2. Kalibrasi Labu ukur

a) Timbang labu ukur yang bersih dan kering

b) Isi dengan aquades yang diketahui temperaturnya sampai sedikit dibawah tanda batas, keringkan leher labu bagian dalam dengan gulungan kertas saring. Teteskan aquades dengan memakai pipet tetes ke dalam labu ukur sampai tepat tanda batas.

c) Timbang kembali labu ukur yang berisi aquades dan hitunglah volume serta kalibrasi dengan tabel I tentukan koreksinya.

d) Ulangi percobaan sekali lagi dan harus memberikan hasil yang sama.

3. Kalibrasi buret 50 mL

a) Timbang sebuah erlemeyer yang bersih dan kering (sampai mg)

b) Bilaslah buret yang telah berisi dan bebas lemak 2-3 kali dengan aquades yang diketahui temperaturnya.

c) Isilah buret dengan aquades melalui corong kecil sampai sedikit di atas tanda batas nol.

d) Taruhlah secara vertikal dengan menggunakan klem buret. Keluarkan air melalui kran sampai miniskus tepat pada batas nol.

e) Periksa apakah tidak terdapat gelembung udara dalam buret, terutama di sekitar kran. Bila ada gelembung, hilangkan dengan cara membuka kran besar-besar, ulangi pengisian dengan aquades.

f) Untuk membaca *miniskus* air dalam buret tanpa garis putih biru (schellbach) dapat diperjelas dengan cara meletakkan kertas putih yang bergaris hitam di belakang buret sekitar *miniscus*.

g) Posisi mata harus selalu horizontal dengan bidang baca (miniskus) untuk menghindari kesalahan paralaks.

h) Tetesan air pada ujung kran harus selalu dibersihkan.

i) Keluarkan 5 mL isi buret ke dalam erlemeyer yang telah ditimbang tadi dengan kecepatan 6-10 mL/detik. Tunggu 30 detik sebelum buret dibaca kembali dan bacalah desimal yang kedua dalam mL. Tentukan volume air yang dikeluarkan.

j) Timbang erlemeyer air dan hitunglah volume air yang dikeluarkan dari buret tersebut dengan menggunakan tabel I tentukan koreksinya.

k) Ulangi percobaan sekali lagi. Lakukan hal yang sama untuk volume air yang dikeluarkan 0-10 mL, 0-20 mL, 0-40 mL, 0-50 mL

l) Hitunglah volume air yang sebenarnya dikeluarkan dan buatklah grafik dari kalibrasi rata-rata sampai perseratusan mL sebagai ordinat dan bacaan buret dalam mL sebagai absisnya.

Contoh : hasil pengamatan kalibrasi buret.

Bacaan buret		**Temp.**	**Berat erlemeyer**		**Berat air**	**Volume air**		**Koreksi**
(mL)		**(^{0}C)**	**(g)**		**(g)**	**(mL)**		
Awal	akhir		Kosong	isi		baca	hitung	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(8-7)
						(5-4)	(2-1)	
0,01	20,02	23	27,079	47,086	19,633	20,07	20,09	0,02
0,01	20,01	25	Dsb	dsb	dsb	dsb	Dsb	dsb
Dsb	dsb	dsb	Dsb	dsb	dsb	dsb	Dsb	Dsb

h. Perhitungan dalam Analisis Titimetri

1. Pengertian ekivalen

Kepekatan yang dipergunakan dalam titrimetri ialah yang kenormalan yang satuannya = ekivalen/liter. Dalam kimia umum telah dibahas mengenai konsep mol. Satu mol zat = sejumlah zat yang mempunyai partikel sebanyak N buah (dimana N = bilangan Avogadro).

1 mol Cl_2 = mengandung N molekul Cl_2

Massa = 2 x 35,5 gram

= 63 gram

1 mol Cu = mengandung N atom Cu

Massa = 1 x 63 gram

= 63 gram

1 mol ion H = mengandung N ion H

Massa = 1 x 1 gram

= 1 gram

1 ekuivalen atau 1 gram ekivalen = massa zat yang dapat bereaksi tepat dengan 1 gram ion H^+ atau yang setara dengan 1 gram ion H^+

Bobot ekuivalen suatu zat yang terlibat dalam suatu reaksi, yang digunakan sebagai dasar untuk suatu titrasi, didefinisikan sebagai berikut:

a. *Asam-basa*. Bobot gram ekuivalen adalah bobot dalam gram (dari) suatu zat yang diperlukan untuk memberikan atau bereaksi dengan 1 mol H^+

b. *Redoks*. Bobot ekuivalen adalah bobot dalam gram (dari) suatu zat yang diperlukan untuk memberikan atau bereaksi dengan 1 mol elektron.

c. *Pengendapan atau pembentukan kompleks*. Bobot gram-ekuivalen adalah bobot dalam gram (dari) zat itu yang diperlukan untuk memberikan atau bereaksi.

2. Pengertian bobot setara bobot ekivalen

Bobot setara atau bobot ekivalen = perbandingan bobot partikel zat (atom, molekul atau ion) yang setara dengan 1 ion H^+ dengan bobot 1 atom hydrogen

$$H^+ + e \longrightarrow H$$

1 ion H^+ dapat bereaksi dengan 1 elektron sehingga sebagai standar selain H^+ dapat juga elektron

$$1\ H^+ = 1\ e$$

$$H_2 + ½\ O_2 \longrightarrow H_2O$$

½ molekul O_2 atau I atom O dapat bereaksi tepat dengan 2 atom H

2 atom H berasal dari $2H^+$ jadi, iO = 2 H = $2H^+$ atau 1H ekivalen dengan ½ O

Sebagai contoh bagaimana menentukan/menghitung bobot ekivalen dalam asidimetri.

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

1 molekul HCl menghasilkan 1 H^+

1 mol HCl = 1 ekivalen H^+ = 1 ekivalen HCl

Mr HCl = BEk. HCl

Dari reaksi di atas :

1 H_2SO_4 = $2H^+$

½ H_2SO_4 = 1 H^+

¼ H_2SO_4 = 1 ekivalen H^+ = 1 ekivalen H_2SO_4

½ BM H_2SO_4 = 1 BEk H_2SO_4

HCl mempunyai valensi 1

BEk = Mr

H_2SO_4 mempunyai valensi 2

BEk = ½ Mr

Secara umum untuk asidi atau alkalimetri.

$$BEk = \frac{Mr}{Valensi}$$

3. Cara menghitung hasil titrasi

a) Kenormalan (Normality = N)

Satuan N dalam ilmu kimia sudah jarang dipakai, sekarang kebanyakan memakai kemoralan (M), kemolalan (m) atau persen (%). Akan tetapi dalam titrimetri satuan N yang paling banyak dipakai. Pada waktu titik ekivalen (setara) tercapai maka jumlah ekivalen dalam cuplikan sama dengan jumlah ekivalen titran (penitran).

$$N = \frac{ekivalen}{liter}$$

$$N = \frac{N\ ekivalen}{ml}$$

$$mg\ ekivalen = ml\ x\ N$$

Kalau akan memakai penitaran :

$$mg\ ekivalen = V\ x\ N$$

Bila V_A mL larutan A setara dengan V_B mL larutan B yang kenormalannya N_B untuk mencari kenormalan A (N_A):

$$mg\ ekivalen\ A = mg\ ekivalen\ B$$

$$V_A\ x\ N_A = V_B\ x\ N_B$$

$$N_A = \frac{V_B\ x\ N_B}{V_A}$$

b) Menghitung dalam Kadar Persen (%)

Dalam praktek sehari-hari kadar dalam zat pada umumnya dinyatakan dalam persen (%) :

$$\%A = \frac{bobot\ A}{bobot\ cuplikan}\ x\ 100\%$$

Sebagai hasil titrasi :

mg ekivalen A = mg ekivalen titran

mg ekivalen A = ml x N (titran)

dari mg ekivalen supaya menjadi mg harus dikalikan bobot ekivalen (BE) atau bobot setara (bst) :

mg A = mg ekivalen A x BE A

mg A = ml x N titran x BE A

substansi :

$$kadar\ A = \frac{ml\ x\ N\ titran\ x\ BE}{mg\ cuplikan}\ x\ 100\%$$

c) **Faktor pengenceran**

Tidak seperti dalam gravimetri, dalam titrimetri cuplikan yang ditimbang dilarutkan dalam suatu labu ukur, di pipet sebagian ke dalam erlemeyer baru dititar. Jadi titaran tidak bereaksi dengan seluruh zat yang ada dalam cuplikan.

Untuk mengetahui berapa jumlah zat yang ada dalam cuplikan, kita harus mengkalikannya dengan suatu bilangan yang merupakan kebalikan dari beberapa bagian larutan cuplikan yang dipipet dari seluruh larutan. Bilangan tersebut disebut **factor pengenceran**.

i. Cara Menghitung Kadar

Secara teoritis, titrasi dihentikan pada saat tercapai titik ekuivalensi. Pada saat titik tersebut, jumlah gram ekuivalensi (grek) titrat sama dengan jumlah gram ekuivalensi (grek) titran, sehingga dapat diturunkan rumus sebagai berikut :

Grek titran = grek titrat

$V_{titran} \times N_{titran}$ = mol × ekuivalensi

$V_{titran} \times N_{titran}$ = gram/BM × ekuivalensi

$$gram = \frac{V_{titran} x N_{titran} x BM}{ekuivalensi}$$

$Gram_{zat} = V_{titran} \times N_{titran} \times BE_{zat}$

Atau

$Mg_{zat} = mL_{titran} \times N_{titran} \times BE_{zat}$

Jadi ,

$$kadar = \frac{mg_{zat}}{mg_{sampel}} \, x\ 100\% \ \% \ b/b$$

$$kadar = \left[\frac{\text{mL titran} \times \text{N titran} \times \text{BE zat}}{mg_{sampel}} \, x\ 100\%\right] \% \ b/b$$

Jika sampel dalam bentuk cairan, maka kadar dinyatakan dalam % b/v, sehingga rumus kadar menjadi :

$$kadar = \frac{\text{mg}_{\text{zat}}}{ml_{sampel} x\ 1000} \, x\ 100\% \ \% \ b/v$$

$$kadar = \left[\frac{\text{mL titran} \times \text{N titran} \times \text{BE zat}}{mL_{sampel} x 1000} \, x\ 100\%\right] \% \ b/v$$

j. Larutan Standar

Larutan standar adalah larutan yang mengandung reagensia dengan bobot yang diketahui dalam suatu volume tertentu larutan. Selama bertahun-tahun, konsentrasi dinyatakan dalam molaritas (yaitu, jumlah mol per liter) dan normalitas (yaitu, jumlah ekuivalen per liter). Dengan diambilnya mol sebagai satuan dasar kuantitas oleh internasional *Union Og Pure and Applied Chemistry* dengan definisi: **Mol** adalah jumlah zat yang mengandung unit dasar yang sama banyaknya dengan banyaknya atom yang terdapat dalam 0,012 kilogram karbon-12. Unit dasar itu harus dispesifikasikan (ditetapkan) dan boleh berupa satu atom, satu molekul, satu ion, satu radikal, satu elektron atau partikel lain, atau satu gugus yang terdiri dari partikel-partikel demikian yang dispesifikasikan, maka mol bukan lagi merupakan satuan massa, tetapi merupakan satuan

banyaknya zat dan istilah seperti garam-molekul, garam-ion, dan sebagainya.

"molaritas" adalah jumlah mol zat-terlarut per liter larutan), bobot ekuivalen, Normalitas adalah jumlah ekuivalen zat-terlarut per liter larutan, **'ekuivalen dari suatu zat** adalah sejumlah zat dalam suatu reaksi yang spesifikasikan, bersenyawa dengan, membebaskan atau menggantikan sejumlah hidrogen yang bersenyawa dengan 3 gram karbon-12 dalam metana $^{12}CH_4$.

1mol Hg_2Cl_2 mempunyai massa 0,47208 kg

1mol $Na_2CO_3.10H_2O$ mempunyai 0,286004 kg

1 mol H_2SO_4 mempunyai massa 0,098078 kg

1 ekuivalen $Na_2CO_3.10H_2O$ mempunyai massa 0,143002

1 ekuivalen H_2SO_4 mempunyai massa 0,049039 kg

Suatu larutan normal didefinisikan sebagai suatu larutan yang mengandung satu ekuivalen spesi tertentu per dm^3 , menurut reaksi yang spesifikasi. Dan suatu larutan molar adalah larutan yang mengandung satu mol spesi tertentu per dm^3, jadi mengandung konsentrasi sebesar 1 mol dm^{-3}.

Istilah liter diterima sebagai nama khusus untuk desimeter kubik, tetapi dengan saran bahwa liter itu hendaknya tak digunakan untuk menyatakan ketelitian yang tinggi, menurut acuan 1 dapat diringkaskan sebagai berikut :

1. Konsentrasi hendaknya dinyatakan dalam mol per desimeter kubik (mol dm^{-3} atau mol l^{-1})
2. Lambang M untuk menyatakan mol dm^{-3} harus diperhatikan, tetapi istilah molaritas harus dihentikan.
3. Istilah ekuivalen, yang didefinisikan seperti diatas dan dinyatakan dalam unit SI yang tepat, harus dipertahankan penggunaannya, seperti pula istilah normalitas yang didasarkan pada ekuivalen yang didefinisi ulang.

k. Pembuatan Larutan Baku dan Standardisasi

Sudah dikemukakan bahwa dalam titrasi analit direaksikan dengan suatu pereaksi sehingga jumlah kedua zat tersebut ekivalen. Bila prereaksi dipergunakan dalam bentuk padat, maka beratnya harus diketahui dengan tepat. Artinya bahwa zat tersebut harus sangat murni. Sebaliknya bila pereaksi dipergunakan dalam bentuk larutan, maka konsentrasinya harus diketahui dengan tepat kedua-duanya. Volume yang tepat relatif mudah diketahui (diukur dengan buret atau pipet); untuk mengetahui konsentrasinya yang tepat, maka berat zat yang dilarutkan dan volume larutan yang terjadi juga harus diketahui dengan tepat. Jadi tetap ada kebutuhan mengetahui berat yang tepat dari pereaksi tersebut dan seperti disebutkan diatas zat tersebut harus mempunyai kemurnian yang sangat tinggi.

Contoh :

Zat yang tidak dianggap cukup murni adalah ion NaOH. Dalam pembuatannya mungkin NaOH dapat dihasilkan cukup murni akan tetapi dalam penyimpanannya NaOH mengalami perubahan, antara lain karena NaOH higroskopis jadi menarik uap air dari udara, selain itu juga mudah bereaksi dengan CO_2 dalam udara. Kedua proses ini menyebabkan NaOH tidak murni lagi dan bila ditimbang sejumlah tertentu sukar untuk mengetahui berapa sebenarnya NaOH murni yang terkandung didalamnya. Karena jumlah H_2O maupun CO_2 yang ditarik oleh NaOH tidak dapat ditentukan (tidak tertentu). Dengan kata lain bila ditimbang 40 gram NaOH, kemudian dilarutkan menjadi 1 liter larutan tepat, maka konsentrasinya tidak dapat dinyatakan 1,0000 M. Tanpa mengetahui konsentrasi NaOH yang tepat, maka titrasi yang mempergunakan NaOH itu juga tidak dapat dipakai untuk menghitung dengan tepat jumlah analit. Maka harus dilakukan standardisasi larutan NaOH itu.

Standardisasi adalah suatu usaha untuk menentukan konsentrasi larutan baku yang tepat. Cara yang dipergunakan dapat bermacam-macam, misalnya untuk standardisasi larutan $AgNO_3$ dapat dipakai metoda gravimetri; diendapkan sebagai AgCl. Dapat juga dipakai titrasi asal tersedia suatu larutan yang diketahui konsentrasinya. Untuk standardisasi secara titrasi ini, maka bahan penstandardisasi haruslah suatu bahan baku primer yaitu suatu bahan yang konsentrasi larutannya dapat langsung ditentukan dari berat bahan yang dilarutkan dan volume larutan yang terjadi. Larutan yang dibuat dari bahan baku primer tersebut dinamakan "**larutan baku primer**".

Karena titrasi merupakan cara yang paling sederhana untuk standardisasi.

Sifat-sifat atau syarat-syarat yang diperlukan untuk bahan baku primer yaitu:

1. Sangat murni, atau mudah dimurnikan, mudah diperoleh dan dikeringkan
2. Mudah diperiksa kemurniannya (mengetahui macam dan jumlah pengotornya)
3. Stabil dalam keadaan biasa, setidak-tidaknya selama ditimbang
4. Sedapat mungkin mempunyai berat ekivalen yang tinggi untuk mengurangi kesalahan penimbangan
5. Dalam titrasi akan bereaksi menurut syarat-syarat reaksi titrasi.

I. Perbandingan Cara-Cara Titrasi dan Gravimetri (Pengendapan)

Dibandingkan dengan cara gravimetri (pengendapan), titrasi lebih banyak keuntungannya. Pada umunya bila mungkin orang lebih sering memilih titrasi daripada gravimetri.

1. Keuntungan

a) Titrasi lebih sederhana daripada gravimetri karena pengerjaan-pengerjaan seperti membentuk endapan, penyaringan, pencucian, pemijaran, penimbangan hasil tidak perlu dikerjakan.

b) Titrasi lebih cepat dan lebih mudah melakukannya. Selain itu, pada umumnya semakin sedikit tahap-tahap perlakuan yang diperlukan makin sedikit pula kemungkinan terjadi kesalahan, sehingga titrasi merupakan cara yang paling banyak dipakai untuk analisa dengan tingkat kesalahan 0,1%.

c) Kadang-kadang titrasi lebih mudah menghindari gangguan, misalnya dalam penetapan Ca dalam batuan SiO_2 merupakan gangguan, karena ikut mengendap dengan endapan Ca, bila penetuan Ca dilakukan dengan mentitrasi endapan Ca-oksalat yang terbentuk itu maka SiO_2 tidak menggangu dan tidak memerlukan pemisahan yang sangat sulit.

d) Larutan baku untuk titrasi dapat dibuat bermacam-macam konsentrasinya disesuaikan dengan jumlah analit yang dianalisa. Bila jumlah analit sedikit dipergunakan larutan baku yang encer dan sebaliknya.

   Misalnya suatu bahan yang berisi 6 mg NaCl dapat dititarsi dengan $AgNO_3$ 0,01M, dan akan membutuhkan 10 ml titran; dengan memakai buret yang teliti (semimikro), kesalahan titrasi dapat dibuat menjadi hanya sekitar 0,1%. Bila diendapkan sebagai AgCl, maka endapan yang diperoleh hanya sebanyak 15 mg, jumlah ini terlalu kecil untuk analisa dengan ketelitian seperti dalam titrasi tersebut.

2. Kelemahan

a) Untuk jumlah analit yang normal (0,1 – 1,0 gram) gravimetri lebih presisi dan akurat

b) Suatu reaksi yang kurang sempurna dalam gravimetri sering masih dapat dipergunakan yaitu dengan menambahkan pereaksi yang berlebih sehingga kesetimbangan digeser ke kanan dan pengendapan menjadi lebih sempurna. Dalam titrasi langsung hal ini tidak mungkin karena titrasi harus dihentikan bila titik akhir tercapai.

3. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi melakukan analisis titrimrtri secara sederhana, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

1. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
2. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
3. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
2. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
3. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
4. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....

4. Tugas/Lembar Kerja

a. Buatlah kelompok dengan teman anda! Lakukan praktikum sesuai lembar kerja! lakukan pengamatan selama praktikum dan catat hasil pengamatan anda pada tabel! Hitung data hasil pengamatannya!
b. Bandingkan data hasil pengamatan kelompok anda dengan data hasil pengamatan kelompok yang lain! Catat persamaan dan perbedaanya. Jika data hasil pengamatan dikomunikasikan kepada orang lain, apakah orang lain tersebut memperoleh pemahaman yang sama? Diskusikan dengan teman kelompok anda!
c. Semua data yang telah diperoleh dari hasil praktikum, presentasikan masing-masing kelompok di depan kelas.
d. Tahap akhir yang perlu Anda lakukan adalah membuat kesimpulan dari data-data yang telah diperoleh, lalu menarik suatu hubungan antara data-data tersebut.
e. Buatlah laporan yang berkaitan dengan hasil praktikum.

Lembar Kerja :

Alat:

1. Neraca analitik
2. Labu ukur 100 ml
3. Corong gelas
4. Pipet ukur
5. Ball filler pipet
6. Gelas piala
7. Buret
8. Erlenmeyer

Bahan:

1. Aquades
2. Larutan HCl 0,1 M
3. Larutan NaOH 0,1 M
4. Asam Oksalat
5. Indikator Fenolftalein

Langkah kerja:

1). Pembuatan Larutan Standar Primer Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) 0,1 N

Timbang dengan teliti 0,63 gram asam oksalat ($H_2C_2O_4.2H_2O$) pindahkan ke dalam labu ukur 100 ml kemudian larutkan dengan aquades sampai tanda batas. Tutup labu ukur kemudian kocok.

2). Pembuatan Larutan Standar Sekunder

a. Pembuatan Larutan HCl 0,1 N

Didihkan kurang lebih 1 liter aquades selama 5 – 10 menit, dinginkan, kemudian masukkan dalam botol tertutup. Masukkan ke dalamnya kurang lebih 8 ml asam klorida pekat (±12N). Kocok dan beri etiket. Standarisasi larutan asam klorida ini dengan larutan standar primer.

b. Pembuatan Larutan NaOH 0,1 N

Larutkan kurang lebih 25 gram natrium hidroksida ke dalam 25 ml aquades di dalam botol tertutup plastik. Kalau perlu dekantasi. Sementara itu panaskan 1 liter aquades, didihkan 5 – 10 menit, kemudian dinginkan dan masukkan ke dalam botol lain yang bertutup plastik. Dengan menggunakan pipet ukur ambil 6,5 ml larutan Natrium hidroksida tersebut (bagian yang jernih), masukkan ke dalam botol

yang berisi aquades tadi. Beri etiket setelah botol dikocok. Standarisasi larutan natrium hidroksida ini dengan larutan standar primer.

3). Standarisasi Larutan

a. Standarisasi larutan NaOH dengan larutan Asam Oksalat

Pipet 25 ml larutan standar primer asam oksalat 0,1 N masukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Tambahkan 3 tetes indikator Fenolftalein lalu titrasi dengan larutan NaOH dari buret sampai terbentuk warna merah jambu yang tidak hilang setelah dikocok selama 15 detik. Lakukan titrasi duplo. Hitung rata-rata dari normalitas natrium hidroksida (NaOH) tersebut.

b. Standarisasi Asam Klorida (HCl) dengan Natrium Karbonat

Keringkan 0,75 gram natrium karbonat(Na_2CO_3) di dalam cawan bersih dalam oven selama 2 jam pada temperatur 100 –130^oC, dinginkan dalam desikator. Timbang dengan teliti 0,1 gram natrium karbonat kering, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml larutkan dalam kira kira 25 ml aquades. Tambahkan 2 – 3 tetes indikator campuran metil jingga-indigokarmin. Titrasi dengan larutan HCl dari buret sampai warna hijau dari indikator mulai hilang, panaskan dengan hati-hati selama 2 menit untuk mengeluarkan karbondioksida lalu dinginkan kembali. Titrasi dilanjutkan sampai terbentuk warna abu-abu. Hitung normalitas larutan HCl tersebut.

4). Penetapan Kadar sampel

Jika sampel berupa asam tentukan kadarnya dengan menitrasinya dengan larutan standar NaOH yang dibuat dan telah di standarisasi pada sub 3.a

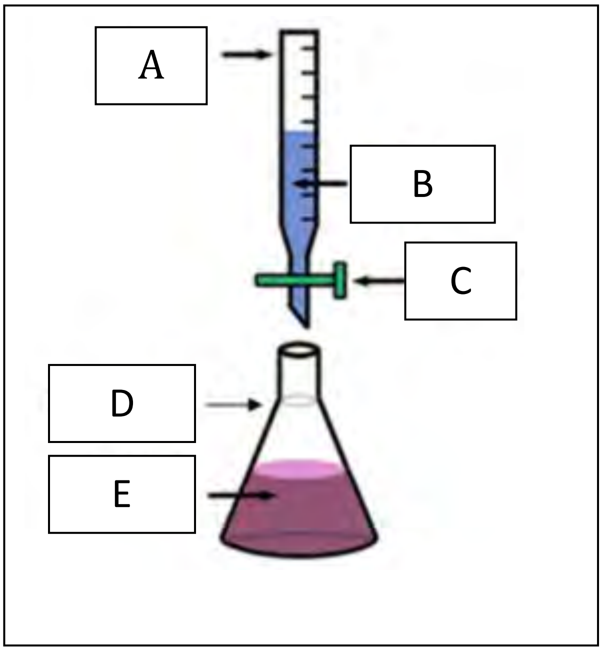
Jika sampel berupa basa maka tentukan kadarnya dengan menitrasinya dengan larutan standar HCl yang dibuat dan telah di standarisasi pada sub 3.b

Perhitungan :

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

5. Tes formatif

1. Berapa normalitas (N) dari HCl pekat yang mempunyai BJ = 1,1878 dan konsentrasinya 37% (Mr = 36,5) ?
2. Berapa Normalitas (N) H_2SO_4 pekat dengan BJ = 1,19 dan konsentrasinya 98% (Mr=98) ?
3. Hitung berapa gram Na_2CO_3 murni diperlukan untuk membuat 250 mL larutan 0,150 N. Natrium karbonat dititrasi dengan HCl menurut persamaan $CO3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2CO_3$?
4. Jelaskan bagaimana 500 mL larutan tersebut disiapkan dari standar primer Na_2CO_3 ?
5. jelaskan pembuatan 5,0 liter larutan 0,1 M Na_2CO_3 (105,99 g/mol) dari padatan standar primer ?
6. Sebutkan nama-nama bagian dari alat-alat titrasi pada gambar di bawah ini!



A :

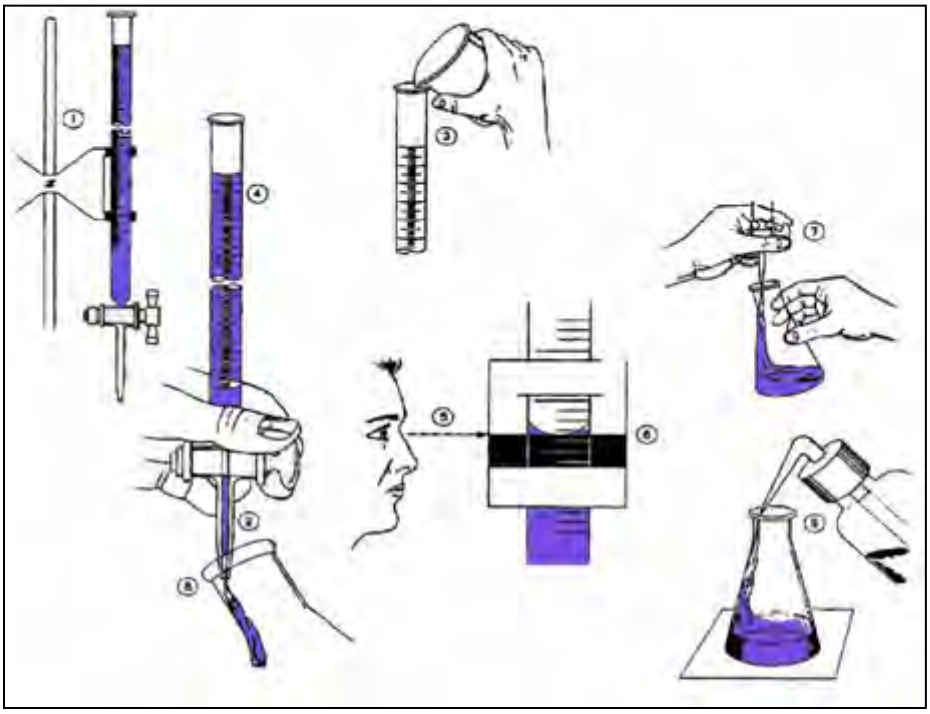
B :

C :

D :

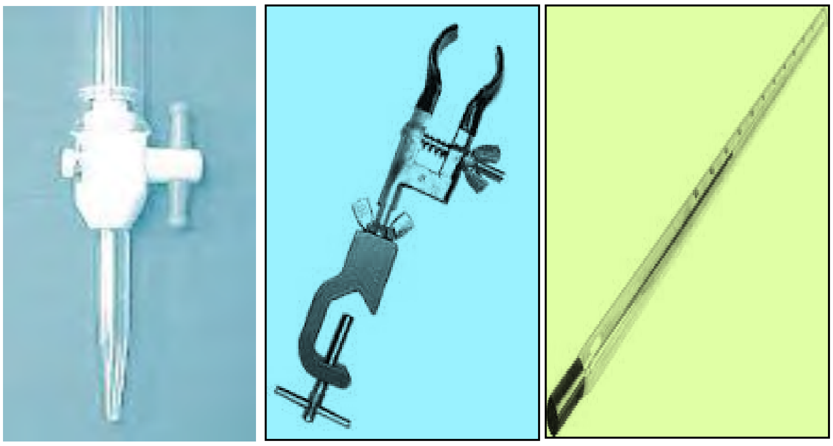
E :

7. Jelaskan proses titrasi berdasarkan urutan yang tercantum pada gambar di bawah ini !



8. Dari gambar-gambar di bawah manakah yang termasuk dan yang tidak termasuk ke dalam alat-alat analisis titimetri serta sebutkan nama dan fungsinya ?

A B C



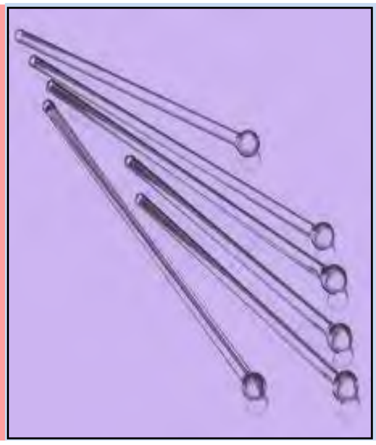
D



E



F



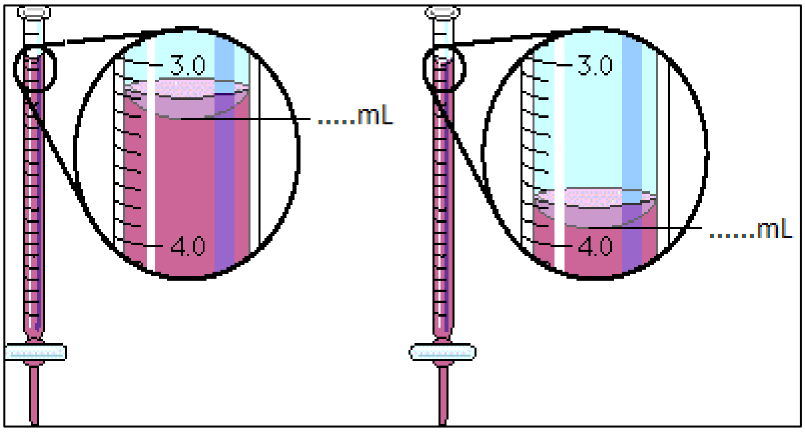


G



H

9. Berdasarkan gambar di bawah ini, tentukan volume (mL) pada gambar A dan gambar B !



C. Penilaian

1. Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1 = BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas

2 = MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten

3 = MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten

4 = MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No.	**Sikap** / **Pembelajaran**	**Religius**				**Disiplin**				**Tanggug jawab**				**Peduli**				**Responsif**				**Teliti**				**Jujur**				**Santun**			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Mengamati																																
2.	Menanya																																
3.	Mengeksplorasi																																
4.	Mengasosiasi																																
5.	Mengkomunikasi kan																																

2. Pengetahuan

1. Jelaskan yang dimaksud dengan analisis titrimetri!
2. Sebutkan 4 macam analisis titrimetri!
3. Sebutkan 2 jenis larutan standar dan berikan 3 contoh masing-masing larutan standar!
4. Jelaskan syarat-syarat reagensia yang dapat digunakan sebagai standar primer!
5. Jelaskan cara membuat larutan standar primer!
6. Jelaskan alasan harus dilakukan standarisasi terhadap larutan standar sekunder!

3. Keterampilan

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
1.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
2.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
3.	Melaksanakan metode analisis sesuai setandar			
4.	Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan dianalisa			
5.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
6.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
7.	Melakukan pencatatan data			
8.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
9.	Membuat laporan hasil praktikum			
10.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan
Memilih metode analisis sesuai standar	Pemilihan metode analisis tidak sesuai dengan jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan standar yang ditentukan
Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan dianalisa	Tidak melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis belum optimal	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis dengan optimal
Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur	Langkah kerja tidak sesuai prosedur	Sebagian langkah kerja ada yang salah	Semua langkah kerja benar dan sesuai prosesur
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil	Perhitungan data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak	Perhitungan data hasil pengamatan

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
pengamatan	salah	sesuai dengan rumus	benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

Kegiatan Pembelajaran 4 : Analisis Gravimetri Secara Sederhana

A. Deskripsi

Analisis gravimetri secara sederhana merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran teknik dasar pekerjaan laboratorium untuk peserta didik SMK program keahlian teknik kimia pada paket dasar program keahlian kimia analisis dan kimia industri. Kompetensi dasar ini bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai analisis gravimetri secara sederhana dalam suatu bahan. Pembelajaran ini meliputi menentukan kuantitas suatu zat atau komponen yang telah diketahui dengan cara mengukur berat komponen dalam keadaan murni setelah melalui proses pemisahan. Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta OHP. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, peserta didik mampu:

1. Menerapkan prinsip kerja dan kaidah peralatan dalam analisis gravimetri secara sederhana.
2. Melaksanakan analisis gravimetri secara sederhana dari suatu bahan/sampel

2. Uraian Materi

Analisis gravimetri merupakan salah satu metode analisis kuantitatif dengan penimbangan. Metode analisis gravimetri adalah suatu metode

analisis yang didasarkan pada pengukuran berat, yang melibatkan pembentukan, isolasi dan pengukuran berat dari suatu endapan. Tahap awal analisis gravimetri adalah pemisahan komponen yang ingin diketahui dari komponen-komponen lain yang terdapat dalam suatu sampel kemudian dilakukan pengendapan.

Suatu metode analisis gravimetri biasanya didasarkan pada reaksi kimia seperti :

$$aA + rR \longrightarrow A_aR_r$$

Dimana a adalah molekul analit A yang bereaksi dengan sejumlah r molekul R menghasilkan produk A_aR_r, yang pada umumnya merupakan zat yang tidak dapat larut atau sangat sedikit larut, dan dapat ditimbang setelah pengeringan atau yang bisa dibakar menjadi senyawa lain yang komposisinya diketahui, untuk kemudian ditimbang. Sebagai contoh, kalsium bisa ditetapkan secara gravimetri melalui pengendapan kalsium oksalat dan pembakaran oksalat tersebut menjadi kalsium oksida:

$$Ca^{2} + C_2O_4^{2-} \longrightarrow CaC_2O_{4(s)}$$

$$CaC_2O_{4(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)} + CO_{(g)}$$

Biasanya reagen R ditambahkan secara berlebih untuk menekan kelarutan endapan. Tidak semua cara gravimetri didasarkan pada pembentukan endapan, ada juga yang didasarkan pada pengusiran suatu komponen sebagai **gas**, lalu hasil reaksi itu ditimbang. Misalnya, penentuan karbonat dapat dilakukan dengan penambahan asam, sehingga karbonat terurai menjadi gas CO_2 lalu gas CO_2 ini ditangkap dan ditimbang. Dalam hal ini cara-cara gravimetri dibedakan menjadi 2, yaitu **cara evolusi** dan **cara pengendapan** (Harjadi 1986).

Analisis gravimetri merupakan cara analisis tertua dan paling murah. Gravimetri memerlukan waktu yang relatif lama dan hanya dapat digunakan untuk kadar komponen yang cukup besar. Suatu kesalahan kecil, secara relatif akan berakibat besar. Gravimetri masih dipergunakan untuk keperluan analisis, karena waktu pengerjaannya yang tidak perlu terus-

menerus, dan setiap tahapan pengerjaan memakan waktu yang cukup lama. Selain itu, ketepatan analisis gravimetri untuk bahan tunggal dengan kadar lebih dari 1% jarang menggunakan metode lain.

a. Penilaian Analisis Secara Gravimetri

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penilaian analisis secara gravimetri:

1). Waktu analisis

Analisis secara gravimetri lebih menguntungkan, karena tidak memerlukan alat-alat yang terkalibrasi (kecuali neraca) dan standarisasi. Waktu yang diperlukan untuk analisis dibedakan menjadi dua macam, yaitu waktu total dan waktu kerja.

Waktu total (*elapsed time*) ialah waktu mulai awal pekerjaan sampai selesai sepenuhnya, sedangkan waktu kerja adalah jumlah waktu yang benar-benar digunakan untuk melakukan pekerjaan. Dalam gravimetri waktu total jauh lebih besar daripada waktu kerja, karena pengerjaannya tidak perlu terus-menerus ditunggui. Contohnya, memijarkan dan mengeringkan endapan, digestion endapan. Jika dilihat dari segi waktu kerja maka gravimetri menguntungkan bila jumlah analisis tidak banyak.

2). Kepekaan analisis gravimetri

Kepekaan analisis sering dibatasi oleh alat-alat yang digunakan. Hal ini jarang mempengaruhi dalam analisis gravimetri. Dengan neraca yang sesuai dan terkalibrasi, maka berat endapan dapat ditentukan dengan tingkat kesalahan yang sangat kecil. Kepekaan analisis gravimetri lebih ditentukan oleh kesulitan untuk memisahkan endapan yang hanya sedikit dari larutan yang cukup besar volumenya. Dapat juga terjadi kesalahan karena kelarutan, maka sebaiknya tidak menggunakan cara gravimetri bila komponen yang dicari tidak lebih dari 1% dari bahan yang harus dianalisis.

3). Ketepatan analisis gravimetri

Secara umum sulit untuk membicarakan ketepatan (*accuracy*) dalam analisis gravimetri. Banyak kesalahan dapat timbul karena kelarutan, kopresipitasi, ketidakpastian susunan akhir endapan yang ditimbang, dan sebagainya. Pengaruh sumber-sumber kesalahan tidak sama pada semua zat, bahkan untuk zat yang sama sekalipun, karena matriks atau pengganggu ikut menentukan. Misalnya dalam penentuan kadar besi, kesalahan hanya beberapa ppm, jika tidak terdapat logam-logam berat lain dalam analat. Sebaliknya, kesalahan akan meningkat menjadi % jika disamping besi, bahan yang mengandung kation divalen seperti Zn, Ni, atau Cu karena terjadi kopresipitasi. Untuk bahan tunggal dengan kadar lebih dari 1% ketepatan analisis gravimetri jarang dapat ditandingi oleh cara-cara lain.

4). Kekhususan cara gravimetri

Pereaksi gravimetri jarang khas (spesifik), bahkan hampir semuanya selektif, dalam arti mengendapkan sekelompok ion. Maka ion dalam kelompok itu secara potensial merupakan penggangu analisis ion lain dalam kelompok tersebut, kecuali kalau dilakukan pemisahan terlebih dahulu. Pada umumnya, cara gravimetri kurang spesifik dibandingkan dengan banyak cara lainnya.

b. Sumber-sumber kesalahan analisis gravimetri

Dilihat secara menyeluruh, kesalahan dapat terjadi karena:

- Metode tidak sesuai (kadar terlalu rendah)
- Penyiapan contoh tidak tepat: tercemar, tidak mencerminkan keseluruhan bahan, contoh berubah selama penyimpanan.
- Penimbangan: pengeringan bahan/wadah belum cukup (belum konstan), cara menimbang salah.
- Kurang sempurna melarutkan komponen yang dicari.

- Bahan pengganggu tidak tersingkir atau hilang seluruhnya, atau penyingkiran penggangu menyebabkan komponen yang dicari ikut hilang.
- Pengendapan, penyaringan dan pencucian: pengendapan belum sempurna, kontaminasi karena endapan lain, kehilangan endapan sewaktu menyaring dan karena air pencuci.
- Pemijaran dan pengeringan endapan: belum tercapai bentuk penimbangan yang tepat, kertas saring belum habis terbakar, penguraian endapan karena pemijaran/pemanasan berlebihan, kerusakan wadah pengeringan/pemijaran, reduksi endapan oleh kertas saring, penyerapan H_2O dari udara atau dari bahan pengering yang sudah jenuh.
- Perhitungan tidak tepat.

c. Macam-macam Metode Gravimetri

1). Metode Penguapan

Metode penguapan dalam analisis gravimetri digunakan untuk menetapkan komponen-komponen dari suatu senyawa yang relatif mudah menguap. Cara yang dilakukan dalam metode ini dapat dilakukan dengan cara pemanasan dalam gas tertentu atau penambahan suatu pereaksi tertentu sehingga komponen yang tidak diinginkan mudah menguap atau penambahan suatu pereaksi tertentu sehingga komponen yang diinginkan tidak mudah menguap.

Dalam cara evolusi bahan direaksikan, sehingga timbul suatu gas. Caranya dapat dengan memanaskan bahan tersebut atau mereaksikan dengan suatu pereaksi. Pada umumnya yang dicari adalah banyaknya gas yang terjadi.

Berdasarkan pembentukan suatu gas, gravimetri dibedakan menjadi 2 cara (Harjadi 1986):

(a) Gravimetri Penguapan Tidak langsung

Gravimetri dapat digunakan dalam analisis kadar air. Kadar air bahan bisa ditentukan dengan cara gravimetri evolusi langsung ataupun tidak langsung. Bila yang diukur ialah fase padatan dan kemudian fase gas dihitung berdasarkan padatan tersebut, maka disebut gravimetri evolusi tidak langsung.

Metode penguapan tidak langsung dapat digunakan untuk menentukan kadar air (hidrat) dalam suatu senyawa atau kadar air dalam suatu sampel basah. Berat sampel sebelum dipanaskan merupakan berat senyawa dan berat air kristal yang menguap. Pemanasan untuk menguapkan air kristal adalah 105-130^{o}C, garam-garam anorganik banyak yang bersifat higroskopis sehingga dapat ditentukan kadar hidrat/air yang terikat sebagai air kristal.

Contoh lain adalah penentuan karbonat. Karena pemanasan, karbonat terurai dan mengeluarkan gas CO_2. Berat gas juga ditentukan dengan menimbang bahan sebelum dan sesudah pemanasan.

(b) Gravimetri Penguapan Langsung

Gas yang terjadi ditimbang setelah diserap oleh suatu bahan yang khusus untuk gas yang besangkutan. Sebenarnya yang ditimbang ialah bahan penyerap itu, yaitu sebelum dan sesudah penyerapan sedangkan berat gas diperoleh sebagai selisih kedua penimbangan.

Pada penentuan kadar air, maka uap air yang terjadi dilewatkan tabung berisi bahan higroskopis yang tidak menyerap gas-gas lain. Berat tabung dengan isi sebelum dan sesudah uap diserap menunjukkan jumlah air. Untuk penentuan karbonat yang tidak dapat terurai karena dipanaskan, maka karbonat yang bersangkutan direaksikan, misalnya dengan menambah HCl. CO_2

yang terjadi dilewatkan pada tabung berisi bahan yang hanya menyerap CO_2. Berat tabung dengan isi sebelum dan sesudah menyerap gas memberikan berat CO_2.

Penguapan cara langsung lebih sulit, karena harus diusahakan jangan sampai ada gas yang tidak melewati tabung, misalnya karena kebocoran dalam alat. Misalnya pada penentuan kadar air, mungkin bukan hanya air yang menguap, tetapi juga zat-zat yang titik didihnya rendah ikut menguap.

Contoh analisis gravimetri dalam penentuan Kadar Air

Bahan yang dianalisa biasanya mengandung air yang jumlahnya tidak menentu. Contoh : tanah, bahan-bahan yang berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan, bahan higriskopis, dan sebagainya. Jumlah air yang terkandung sering tergantung dari perlakuan yang telah dialami bahan, kelembaban udara tempat disimpannya dan lain sebagainya.

Suatu kemungkinan kesalahan penentuan kadar air yaitu adanya bahan lain yang mudah menguap dan ikut menguap bersama-sama dengan air sewaktu dipanaskan. Selain itu bahan akan terurai, seperti bahan yang mengandung karbonat atau macam-macam bahan organik, sehingga akan menyebabkan selisih berat yang dicari menjadi terlalu besar, yaitu lebih besar daripada berat air yang hilang. Untuk mengatasi hal tersebut, maka selain dapat digunakan penguapan cara langsung, dapat juga dengan mengadakan pembakuan cara penentuan kadar air (standarisasi). Pembakuan tersebut misalnya menentukan berapa suhunya, berapa lama pemanasannya, berapa gram bahan yang dipanaskan, dan bahan harus dihaluskan.

Penentuan kadar air tergantung dari sifat bahan. Pada umumnya mengeringkan pada suhu 105 – 110 ^oC selama 3 jam atau sampai didapat berat konstan dalam oven. Selisih berat sebelum dan

sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan. Untuk bahan tidak tahan panas seperti yang berkadar gula tinggi, minyak, daging, kecap, dilakukan pada kondisi vakum dengan suhu lebih rendah. Kadang-kadang pengeringan dilakukan tanpa pemanasan, bahan dimasukan ke dalam eksikator dengan H_2SO_4 pekat sebagai pengering hingga didapat berat konstan.

Bahan dengan kadar air tinggi dan mengandung senyawa yang mudah menguap (seperti susu, sayuran) penentuan kadar airnya dengan cara destilasi yaitu dengan pelarut tertentu, misalnya toluen, xilol dan heptana yang berat jenisnya rendah. Contoh/sampel dimasukan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan pelarut toluen/xilol kemudian dipanaskan. Air dan pelarut menguap, diembunkan dan jatuh pada tabung Aufhauser yang berskala. Air yang mempunyai berat jenis tinggi berada di bawah, sehingga dapat dibaca pada skala tabung Aufhauser. Bahan dengan kadar gula tinggi, kadar airnya dapat diukur dengan menggunakan refraktometer, disamping dapat menentukan padatan terlarutnya. Dalam hal ini air dan gula dianggap sebagai komponen-komponen yang mempengaruhi indeks refraksi.

Penentuan kadar air cara pengeringan, prinsipnya menguapkan air yang ada dalam bahan dengan cara pemanasan. Bahan ditimbang hingga berat konstan yang dapat diartikan semua air sudah teruapkan. Cara ini relatif mudah dan murah. Penguapan dapat dipercepat dan reaksi yang menyebabkan terbentuknya air atau reaksi lain dapat dicegah dengan melakukan pemanasan pada suhu rendah dan tekanan vakum. Bahan-bahan yang mempunyai kadar gula tinggi akan mengalami pengerakan (gosong) yang terjadi pada permukaan bahan bila dipanaskan pada suhu ± 100°C.

Beberapa hal penting dari metode penguapan cara langsung adalah lamanya pemasanan. Jika bahan harus dipanaskan pada suhu 105°C selama 3 jam, maka harus diperhatikan agar oven benar-benar

sudah mencapai suhu 105°C sebelum bahan dimasukkan ke dalamnya, disamping itu oven jangan dibuka tutup sebelum berlangsung 3 jam, atau dapat juga harus mengeringkan bahan masing-masing di dalam oven, dan setiap memasukkan bahan sendiri-sendiri apabila sudah siap.

Hal-hal yang dapat menyebabkan kesalahan besar dalam penentuan kadar kadar air, yaitu setiap kali oven dibuka suhu didalamnya turun, makin lama terbuka makin banyak turunnya suhu. Berarti bahwa bahan yang dimasukkan sebelumnya, tidak benar-benar dipanaskan pada suhu 105°C selama 3 jam. Jadi harus diusahakan agar hanya sekali membuka oven, sekali memasukkan bahan yang harus dikeringkan, itupun harus secepat mungin, supaya suhunya yang semula sudah mencapai 105 °C tidak turun terlalu banyak. Hal ini dapat diatur misalnya dengan mengeluarkan rak-rak oven sebelumnya, lalu mengatur semua botol timbang diatasnya, baru oven dibuka lagi dan seluruhnya sekaligus bahan dalam botol timbang dimasukkan ke dalam oven.

Suatu bahan yang telah mengalami pengeringan akan bersifat lebih higroskopis daripada bahan asalnya. Selama pendinginan sebelum penimbangan, bahan harus selalu ditempatkan dalam ruang tertutup dan kering, misalnya dalam eksikator atau desikator yang telah diberi zat penyerap air. Penyerap air/uap air yang dapat digunakan antara lain kapur aktif, silika gel, asam sulfat, aluminium oksida, kalium klorida, kalium hidroksida, kalium sulfat atau barium sulfat. Silika gel lebih sering digunakan karena memberikan perubahan warna saat jenuh dengan air/uap air.

Dalam penentuan kadar air ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Padatan yang dikeringkan harus dihaluskan
2. Padatan disebar merata dalam botol timbang sehingga tingginya sama
3. Bila botol timbang ditutup, selama pemanasan botol terbuka, tetapi setelah pemanasan selalu tertutup sampai selesai ditimbang

2). Metode Pengendapan

Suatu sampel yang akan ditentukan secara gravimetri mula-mula ditimbang secara kuantitatif, dilarutkan dalam pelarut tertentu kemudian diendapkan kembali dengan reagen tertentu. Senyawa yang dihasilkan harus memenuhi sarat yaitu memiliki kelarutan sangat kecil sehingga bisa mengendap kembali dan dapat dianalisis dengan cara menimbang.

Endapan yang terbentuk harus berukuran lebih besar dari pada pori-pori alat penyaring (kertas saring), kemudian endapan tersebut dicuci dengan larutan elektrolit yang mengandung ion sejenis dengan ion endapan.

Hal ini dilakukan untuk melarutkan pengotor yang terdapat dipermukaan endapan dan memaksimalkan endapan. Endapan yang terbentuk dikeringkan pada suhu 100 – 130^{o}C atau dipijarkan sampai suhu 800^{o}C tergantung suhu dekomposisi dari analit.

Pengendapan kation misalnya, pengendapan sebagai garam sulfida, pengendapan nikel dengan DMG, pengendapan perak dengan klorida atau logam hidroksida dengan mengatur pH larutan. Penambahan reagen dilakukan secara berlebihan untuk memperkecil kelarutan produk yang diinginkan.

Gravimetri cara *pengendapan*, analat direaksikan sehingga terjadi suatu endapan dan endapan itulah yang ditimbang. Atas dasar membentuk endapan, maka gravimetri dibedakan menjadi dua macam:

a. Endapan dibentuk dengan reaksi antara analat dengan suatu pereaksi, endapan biasanya berupa senyawa. Baik kation maupun anion dari analat mungkin diendapkan, bahan pengendapnya mungkin anorganik atau organik. Cara inilah yang biasanya disebut gravimetri.

b. Endapan dibentuk secara elektrokimia, dengan perkataan lain analat dielektrolisa, sehingga terjadi logam sebagai endapan. Cara ini biasanya disebut elektrogravimetri. Dengan sendirinya umumnya kation yang dapat diendapkan.

3). Metode Elektrolisis

Metode elektrolisis dilakukan dengan cara mereduksi ion-ion logam terlarut menjadi endapan logam. Ion-ion logam berada dalam bentuk kation apabila dialiri dengan arus listrik dengan besar tertentu dalam waktu tertentu maka akan terjadi reaksi reduksi menjadi logam dengan bilangan oksidasi nol.

Endapan yang terbentuk selanjutnya dapat ditentukan berdasarkan beratnya, misalnya mengendapkan tembaga terlarut dalam suatu sampel cair dengan cara mereduksi. Cara elektrolisis ini dapat diberlakukan pada sampel yang diduga mengandung kadar logam terlarut cukup besar seperti air limbah.

Diskusikan secara kelompok bagaimana cara mengatasi kesalahan-kesalahan dalam analisis gravimetri!

d. Langkah-langkah Analisis Gravimetri

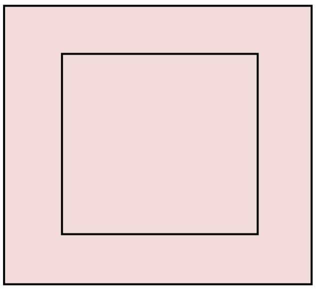
Suatu analisis gravimetri dilakukan apabila kadar analit yang terdapat dalam sampel relatif besar sehingga dapat diendapkan dan ditimbang. Apabila kadar analit dalam sampel hanya berupa unsur pelarut, maka metode gravimetri tidak mendapat hasil yang teliti. Sampel yang dapat dianalisis dengan metode gravimetri dapat berupa sampel padat maupun sampel cair.

Secara *umum* langkah-langkah analisis gravimetri cara pengendapan adalah sebagai berikut (Sumarna dan Ismail 1991) :

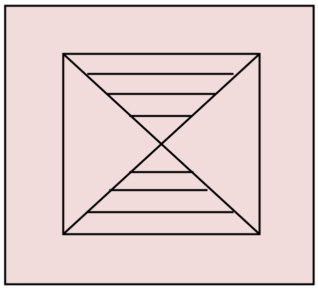
1) Persiapan Contoh/sampel

Cuplikan padatan yang diambil dari lapangan atau diterima di laboratorium dapat berbentuk serbuk (misal tepung atau garam dapur), gumpalan (batu kapur) atau lempengan (logam). Jika akan ditimbang contoh/cuplikan/sampel harus dijadikan serbuk dulu sehingga cukup merata dan mempermudah penimbangan. Bila cuplikan yang diterima banyak, agar ditimbang cukup mewakili (representatif), maka jumlahnya harus diperkecil. Salah satu cara yang paling populer ialah dengan mengkuarter (memperempat), caranya:

a. Hamparkan cuplikan di atas kertas atau lempeng plastik secara merata sehingga ketebalannya 2-3 cm (gambar 1. a)
b. Buat diagonal dari sudut-sudutnya sehingga terdapat 4 buah segitiga (gambar 1. b)
c. Ambil dua segitiga yang berhadapan, sedangkan dua segitiga yang lain disimpan.
d. Cuplikan yang berasal dari dua segitiga pertama diaduk lagi sampai serba sama kemudian ulangi pekerjaan mulai dari a-d sehingga didapatkan cuplikan yang jumlahnya 50-100 gram.



a



b

Gambar 49. Cara quarter (memperempat)

2) Penimbangan Cuplikan

Cuplikan yang sudah diquarter dapat langsung ditimbang. Penimbangan dapat memakai botol timbang (untuk cuplikan yang mudah menyublim, menarik air) atau kaca arloji bila contohnya cukup stabil. Jangan sekali-kali menimbang pakai kertas tanpa diberi alas kaca arloji untuk menghindari korosif akibat cuplikan yang tercecer atau menempel pada piringan timbangan (pinggan)

a. Timbang botol timbang, berapa bobotnya (a gram)
b. Bubuhi cuplikan yang akan ditimbang sejumlah yang diperlukan dengan dilebihkan sedikit, timbang dengan teliti (b gram)
c. Masukkan cuplikan pada b ke dalam gelas piala, dan jangan dibilas. Kemudian botol timbang ditimbang kembali (c gram) Bobot contoh atau cuplikan = (b - c) gram. Untuk menimbang contoh dipakai neraca analitik dengan ketelitian 4 desimal dalam gram (0,0001 g).

3) Pelarutan Cuplikan

Cuplikan dilarutkan dalam gelas piala yang volumenya disesuaikan dengan kebutuhan. Supaya jangan keliru hendaknya piala diberi tanda dengan spidol besar, atau pada bagian yang di asah dapat ditulis dengan pensil. Cuplikan yang telah ditimbang

dengan hati-hati dimasukkan ke dalam gelas piala dengan bantuan pengaduk. Cuplikan yang tersisa disemprot dengan air suling melalui labu semprot. Bila cuplikan mudah larut dalam air, penambahan air pembilas cukup 100-150 ml atau seperti yang tertulis dalam cara kerja.

Tidak semua cuplikan larut dalam air. Misalnya karbonat, fosfat atau logam. Cuplikan harus dibilas dulu dalam gelas piala 100 atau 150 ml, kemudian dibubuhi larutan asam sesuai dengan kebutuhan.

- Karbonat, fosfat dipakai larutan HCl 1:1
- Besi seng dan logam-logam yang kurang mulia dipakai larutan HNO_3 1:1
- Logam setengah mulia atau mulia dipakai larutan (campuran HNO_3 + HCl pekat 1:3)
- Untuk silikat harus dilebur dulu dengan soda

Pada waktu melarutkan dengan asam setengah pekat, gelas piala ditutup dengan kaca arloji, setelah selesei kaca arloji di bilas dengan air. Proses pelarutan dengan asam harus dalam ruang asam, karena uapnya berbahaya.

4) Pengendapan

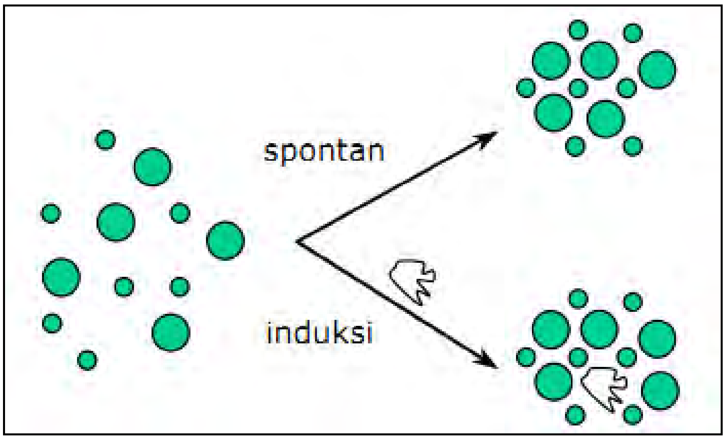
Masalah utama dalam analisis gravimetri adalah pembentukan endapan yang murni dan mudah disaring. Proses pengendapan adalah sebagai berikut :

	Ion dalam larutan	**partikel koloid** $\longrightarrow$	**pengendapan**
Ukuran partikel:	(10^{-8} cm)	(10^{-7} - 10^{-4} cm)	(10^{-4}cm)

Tahap-tahap pembentukan endapan :

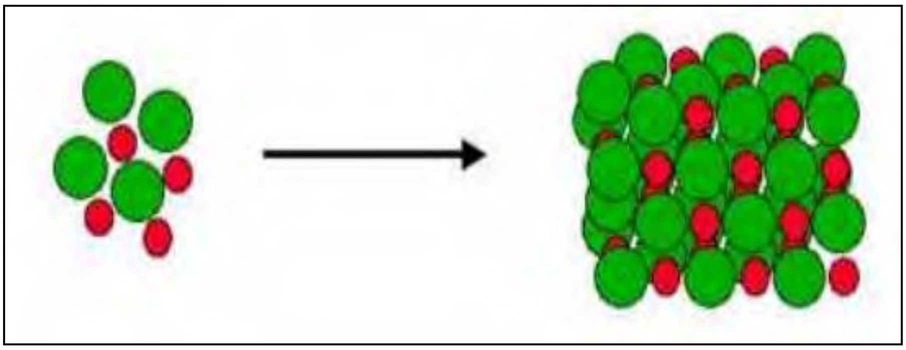
1. Pengelompokan ion
2. Pembentukan partikel yang sangat kecil (inti endapan) menuju terjadinya nukleasi
3. Pembentukan endapan yang makroskopik.

Terbentuknya endapan dimulai dari terbentuknya larutan lewat jenuh (*super saturated solution*). Nukleasi, sejumlah partikel (ion, atom atau molekul) membentuk inti mikroskopik dari fasa padat, semakin tinggi derajat lewat jenuh, semakin besar laju nukleasi. Pembentukan nukleasi dapat secara langsung atau dengan induksi.



Gambar 50. Pembentukan nukleasi

Proses pengendapan selanjutnya merupakan kompetisi antara nukleasi dan *particle growth*. Begitu suatu situs nukleasi terbentuk, ion-ion lain tertarik sehingga membentuk partikel besar yang dapat disaring.



Gambar 51. Proses pengendapan (kompetisi antara nukleasi dan *particle growth*)

Apabila nukleasi yang lebih dominan, maka partikel kecil yang banyak, bila *particle growth* yang lebih dominan maka partikel besar yang dihasilkan. Jika pengendapan terbentuk pada RSS relatif besar maka nukleasi merupakan mekanisme utama sehingga endapan yang dihasilkan berupa partikel kecil (Widiarto 2009).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan agar diperoleh endapan yang baik.

1. Pengendapan dilakukan dalam larutan encer
2. Pereaksi pengendap ditambahkan perlahan-lahan sambil diaduk
3. Pengendapan dilakukan dalam larutan panas
4. Pengendapan dilakukan pada pH tertentu yang merupakan kondisi optimum reaksi pengendapan atau pada pH dekat daerah pH dimana endapan terjadi secara kuantitatif
5. Endapan *didigest* (dipanaskan dalam larutan = *warmed in the solution).*

Bahan pengendap digunakan dalam gravimetri bergantung pada analat yang akan diendapkan.

Bahan pengendap terdiri atas dua macam yaitu:

(1) Bahan pengendap anorganik.

Bahan pengendap anorganik yang sering digunakan diantaranya HNO_3 mengendapkan Fe, $AgNO_3$ mengendapkan Cl, HCl untuk mengendapkan K dan lain-lain.

(2) Bahan pengendap organik yang sering digunakan antara lain:

- 8-Hidroksikuinolin
- α-Nitroso-β-naftol
- Dimetil glioksin
- Natrium tetrafenilbor

5) Penyaringan dan Pencucian Endapan

- **Penyaringan**

Tujuan dari penyaringan adalah untuk mendapatkan endapan bebas (terpisah) dari larutan (cairan induk). Untuk memisahkan endapan dari larutan induk dan cairan pencuci, endapan dapat di sentrifuge atau disaring. Endapan yang disaring perlu dicuci untuk menghilangkan larutan induk yang menguap dan zat-zat pengotor yang mudah larut. Dasar pemilihan zat pencuci adalah:

1. Dapat melarutkan zat pengotor dengan baik tetapi hampir tidak melarutkan endapan
2. Dapat mencegah terjadinya *peptisasi/pengendapan halus* pada waktu pencucian
3. Tidak mengandung garam yang tidak dapat menguap jika endapan dipijarkan.

Pencucian dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Penyaringan sampai larutan habis lalu memasukan semua endapan ke dalam saringan. Cairan pencuci dituang ke dalam endapan dan dibiarkan mengalir habis berulang-ulang hingga endapan bersih.

2. Penyaringan dengan dekantasi. Caranya dilakukan sama seperti cara penyaringan, hanya saja endapan tidak langsung dipindahkan ke dalam saringan melainkan ditinggalkan di wadah dan cairan pencuci ditambahkan, diaduk dan didiamkan sampai endapan mengendap. Cairan pencuci ditambahkan secara berulang-ulang hingga endapan bersih. Setelah selesai endapan dimasukan ke dalam saringan.

Air cucian dapat melarutkan endapan sehingga penambahan air cucian diusahakan tidak terlalu banyak. Larutan elektrolit dapat ditambahkan pada endapan berbentuk koloid untuk mencegah peptisasi (penguraian kembali gumpalan-gumpalan koloid menjai butir-butir koloid), karena butir-butir koloid terlalu halus untuk disaring, sehingga kemungkinan untuk hilang menjadi lebih besar. Contoh larutan elektrolit adalah HNO_3 encer yang digunakan dalam pencucian AgCl.

Endapan yang terjadi dapat disaring dengan kertas saring bebas abu, cawan penyaring dengan asbes atau penyaring gelas. Saringan yang digunakan tergantung dari sifat endapan.

Alat yang digunakan untuk menyaring adalah kertas saring. Kertas saring untuk analisis gravimetri jika dibakar hampir tidak meninggalakan abu. Kertas saring memiliki kelemahan dan keuntungan sebagai berikut :

Kelemahan-kelemahan :

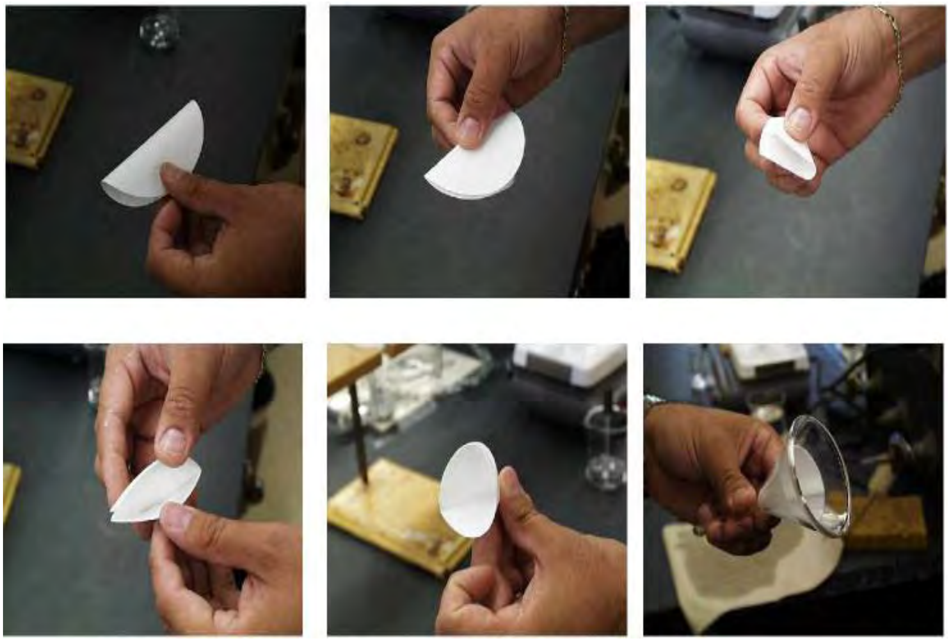
1. Tidak Inert, yaitu dapat rusak oleh basa dan asam pekat, macam-macam oksidator yang dapat mengakibatkan bocor.
2. Kekuatan mekanisnya kurang, mudah sobek sehingga dapat bocor dan mengotori endapan karena serat-seratnya terbawa, terutama penyaringan yang menggunakan vakum.
3. Dapat mengadsorpsi bahan-bahan dari larutan yang

disaring.

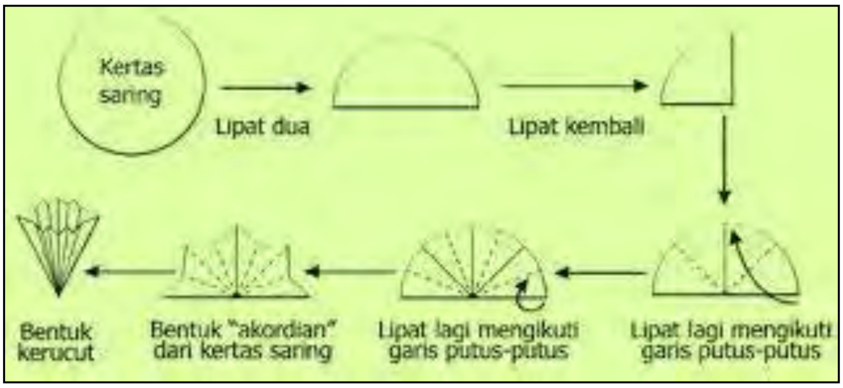
4. Harus dibakar sampai habis, karena tidak adapat dikeringkan sampai mencapai berat konstan.

Keuntungan menggunakan kertas saring ialah murah, mudah diperoleh, efisiensi penyaringan tinggi disebabkan karena permukaannya yang luas dan perbandingan luas pori-pori terhadap luas permukaan seluruhnya besar. Kertas saring tersedia dengan pori-pori halus, medium dan kasar.

Tahapan melipat (*folding*) kertas saring dan memasang pada corong diperlihatkan pada gambar sebagai berikut :



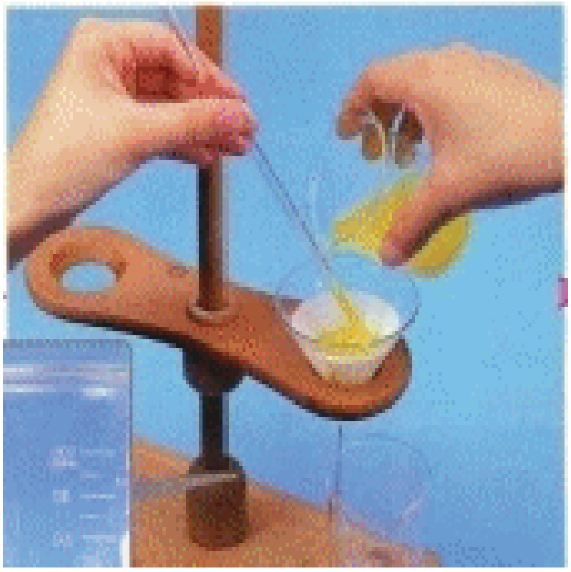
Atau cara melipat kertas saring :



Gambar 52. Tahapan melipat *(folding)* kertas saring

Sumber: http://share-pangaweruh.blogspot.com/2013/07/teknik- dasar-dalam-praktikum-kimia-cara_8.html

Teknik penyaringan dengan kertas saring :



Gambar 53. Teknik penyaringan dengan kertas saring

Sumber: http://dc305.4shared.com/doc/nQAdzUts/preview.html

Teknik pencucian/membilas endapan dengan menggunakan botol semprot :



Gambar 54. Penggunaan Botol Semprot dalam Membilas Endapan

Sumber: http://dc305.4shared.com/doc/nQAdzUts/preview.html

6) Pengabuan dan Penimbangan Sisa Pijar

Endapan yang telah disaring dan dicuci kemudian dikeringkan, diabukan dan dipijarkan sampai beratnya konstan. Pengeringan endapan bertujuan untuk menghilangkan air dan zat yang mudah menguap, sedangkan tujuan pemijaran untuk merubah endapan ke dalam suatu senyawa kimia yang rumusnya diketahui dengan pasti. Kemudian setelah pemijaran, sisa pijar ditimbang.

Dalam analisis gravimetri, endapan yang terbentuk dipijarkan. Pada waktu pemijaran beberapa endapan mungkin masih melangsungkan reaksi, maka yang diperhatikan bukan hanya senyawa yang diendapkan tetapi dilihat juga senyawa yang akan ditimbangnya.

1). Syarat bentuk senyawa yang diendapkan :

- Kelarutannya harus rendah
- Endapan yang terbentuk mudah disaring dan dicuci
- Endapan harus mudah diubah menjadi bentuk senyawa yang ditimbang.

2). Syarat bentuk senyawa yang ditimbang :

- Stoikiometri
- Mempunyai kestabilan yang tinggi
- Faktor gravimetrinya kecil.

Sebagai pereaksi pengendap dapat digunakan senyawa anorganik maupun senyawa organik. Contoh NH_4OH untuk mengendapkan besi, dimetil glioksim untuk mengendapkan nikel.

7) Perhitungan Hasil

Komponen yang ditentukan dapat dihitung dari berat endapan dengan menggunakan *faktor gravimetri* atau *faktor kimia*:

$$\% A = \frac{\text{berat P x faktor gravimetri}}{\text{berat sampel}} \text{ x } 100$$

Dimana,

A = Analit

P = Endapan

Faktor gravimetri adalah:

$$\frac{A_r \ \text{ atau } \ M_r \ \text{ yang dicari}}{M_r \ \text{ endapan yang ditimbang}}$$

Dimana,

Ar = massa atom relatif

Mr = massa molekul relatif

Banyaknya atom atau molekul pada pembilang dan penyebut dalam faktor gravimetri harus ekivalen.

Tabel 14Beberapa contoh faktor gravimetri

Senyawa yang ditimbang	Senyawa / unsur yang dicari	Faktor gravimetri
AgCl	Cl	$\frac{Cl}{AgCl}$
CuO	Cu	$\frac{Cu}{CuO}$
$Mg_2P_2O_7$	P	$\frac{2\,P}{Mg_2P_2O_7}$
	MgO	$\frac{2\,MgO}{Mg_2P_2O_7}$
Fe_2O_3	Fe	$\frac{2\,Fe}{Fe_2O_3}$
	FeO	$\frac{2\,FeO}{Fe_2O_3}$
$BaSO_4$	Ba	$\frac{Ba}{BaSO_4}$

8) Persyaratan Endapan Gravimetri

Faktor-faktor yang menentukan analisis dengan pengendapan yang berhasil, adalah (Basset *et al.* 1994):

1. Endapan tak dapat larut, sehingga tak akan terjadi kehilangan yang berarti, bila endapan dikumpulkan dengan cara menyaring. Dalam praktek, hal ini biasanya berarti bahwa jumlah zat itu yang tetap tertinggal dalam larutan tidak melampaui jumlah minimum yang terdeteksi oleh neraca analitik biasa yaitu 0,1 mg.

2. Sifat fisika endapan harus sedemikian, sehingga endapan dapat dengan mudah dipisahkan dari larutan dengan penyaringan, dan dapat dicuci sampai bebas dari zat pengotor yang larut. Kondisi ini menuntut bahwa partikelnya berukuran sedemikian, sehingga tak lolos melalui medium penyaring, dan bahwa ukuran partikel tak dipengaruhi (atau, sedikitnya, tak berkurang oleh proses pencucian)
3. Endapan harus dapat diubah menjadi suatu zat yang murni dengan komposisi kimia yang tertentu. Ini dapat dicapai dengan pemijaran, atau dengan operasi-operasi kimia yang sederhana, seperti penguapan bersama cairan yang sesuai.

Syarat-syarat lain dijelaskan pada Tabel 10 berikut (Harjadi 1986):

Syarat-syarat Endapan	**Cara pencapaian**
1. Terendapkan sempurna	a) Memilih endapan dengan kelarutan sekecil mungkin a) Menggeser kesetimbangan: pereaksi berlebih b) Mengurangi kelarutan: 1. temperatur rendah 2. Kepolaran larutan dikurangi
2. Murni	a) Sebelum pembuatan endapan: penyingkiran bahan pengganggu 1. Secara fisik (diendapkan) 2. Dikompleks 3. Diubah secara lain, misalnya oksidasi-reduksi b) Pada pembuatan endapan: diusahakan endapan kasar c) Setelah terjadi endapan 1. *Digestion* 2. Menyaring-mencuci 3. Pengkristalan ulang
3. Tunggal	a) Memilih reaksi yang tunggal b) Kadang-kadang dengan

Syarat-syarat Endapan	Cara pencapaian
	mengatur lingkungan reaksi
4. Kasar	a) Pada pembentukan endapan: mempersulit pembentukannya (derajat lewat-jenuh rendah) 1. Larutan dan pereaksi encer 2. Pereaksi tetes demi tetes 3. Diaduk terus menerus 4. Temperatur larutan dan pereaksi, tinggi 5. Secara kimia: - pH - *homogeneous precipitation* b) *Digestion*
5. Sensitif	Sifat endapan yang bersangkutan: berat molekul besar
6. Spesifik	Sifat endapan yang bersangkutan spesifik

9) Jenis-jenis endapan

- **Endapan kasar**

Endapan kasar yaitu endapan yang butir-butirnya tidak kecil, tidak halus, melainkan besar. Hal ini penting untuk kelancaran penyaringan dan pencucian endapan. Endapan yang disaring akan menutupi pori-pori kertas saring, bila endapan halus maka butir-butir endapan dapat masuk ke dalam pori-pori lalu lolos, hilang atau masuk menyumbat pori-pori. Kedua hal ini tidak baik, kalau lolos, maka endapan tidak kuantitatif karena kurang. Bila menyumbat pori-pori, maka cairan sukar melewatinya, sehingga cairan tidak cepat habis dan penyaringan menjadi lama atau tidak mungkin lagi. Bila endapan kasar, maka terjadi penyumbatan atau tidak lolos, penyaringan lancar dan cepat selesai. Di samping itu, pencucian endapan lebih mudah dan lebih cepat.

Untuk mendapatkan endapan kasar dapat dilakukan baik sewaktu endapan dibentuk maupun sesudahnya, yaitu diusahakan diperoleh kemurnian endapan. Pada dasarnya dapat dilakukan :

(a) Mengatur agar endapan tidak terjadi terlalu cepat atau terlalu mudah,

(b) Digestion atau aging.

Pada umumnya endapan yang kasar juga lebih murni daripada endapan yang halus.

- **Endapan *bulky***

Endapan *bulky* yaitu endapan dengan volume atau berat besar, tetapi berasal dari analat yang hanya sedikit. Misalnya dalam analisis Mg, Mg dapat diendapkan sebagai $MgNH_4PO_4$, yang kemudian dipijarkan dan ditimbang sebagai $Mg_2P_2O_7$. Kemungkinan lain ialah mengendapkannya sebagai $NaMg(UO_2)_3(C_2H_3O_2).6H_2O$ yang tidak dipijarkan, tetapi setelah kering ditimbang dalam bentuk asal tersebut. Bila dibandingkan bentuk kedua endapan, maka jelas bahwa yang kedua akan lebih besar volumenya dan lebih berat daripada yang pertama.

- **Endapan *Spesifik***

Pereaksi yang digunakan hanya dapat mengendapkan komponen yang dianalisa. Dengan demikian, setelah analat dilarutkan, pembentukan endapan tidak perlu didahului pemisahan komponen-komponen yang mungkin akan ikut mengendap bila dipakai pereaksi lain yang tidak spesifik, sehingga analisa lebih singkat karena berkurang satu tahap.

10) Ukuran Partikel Endapan

Bila mencampurkan padatan ke dalam cairan, kemungkinan akan terjadi (Sumarna dan Ismail 1991):

1. **Larutan**, yaitu suatu sistem homogeny dimana partikel (molekul) zat terlarut (solute) terbagi rata diantara molekul pelarut (solvent), misalnya gula atau garam dalam air.
2. **Suspensi**, yaitu suatu system heterogen , misalnya pasir atau AgCl dengan air, dimana partikel pasir atau AgCl terbagi diantara molekul air tetapi masih dapat kita lihat yang mana air dan yang mana pasir.
3. Perbedaan antara larutan dan suspensi yaitu terletak pada perbedaan partikel padat yang dicampurkan. Dalam larutan zat terbagi (terdispersi) menjadi partikel yang sangat kecil (molekul atau ion) sedangkan suspensi, ukuran dari zat padat cukup besar (terdiri dari berjuta-juta molekul). Apabila ukuran partikel zat terdispensi makin besar atau dalam suspensi makin kecil, maka suatu saat akan mempunyai sistem yang terletak antara larutan dan suspensi, artinya larutan bukan dan suspensi pun bukan. Sistem ini disebut **koloid**.

Tabel 15. Perbedaan antara suspensi, koloid dan larutan

Sifat/ gejala	Suspensi	Koloid	Larutan
Ukuran penyaringan	> 0,1μ	0,1μ-0,1mμ	< 1mμ
Biasa	Terpisah	Tidak terpisah	Tidak terpisah
Ultra	Terpisah	Terpisah	Tidak terpisah
Dibiarkan	mengendap	Tak mengendap	Tak mengendap
Sentrifugal	mengendap	mengendap	Tak mengendap
Kekeruhan	Keruh	Jernih	jernih

11) Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelarutan Endapan

a. Suhu

Pada umumnya endapan garam anorganik yang dijumpai dalam analisis kuantitatif kelarutannya meningkat dengan bertambahnya suhu. Fenomena ini dapat dimanfaatkan untuk proses titrasi pengendapan dan proses pencucian dengan larutan yang panas, dengan keuntungan berupa dihasilkannya partikel-partikel endapan yang besar, cepatnya proses penyaringan dan mudah larutnya kotoran yang tercampur pada endapan.

Keuntungan ini sangat bermanfaat pada endapan yang cukup stabil pada suhu tinggi, tetapi pada endapan yang mudah larut, seperti magnesium amonium fosfat, $PbSO_4$, dan AgCl hal ini tidak bermanfaat, sehingga sebelum proses penyaringan larutannya harus didinginkan dalam air es terlebih dahulu. Misalnya pada pemisahan timbal klorida dari perak dan raksa (I) klorida dapat dilakukan dengan cara pemanasan. Garam timbal akan larut pada suhu yang dinaikkan (tinggi), sedangkan garam lain tetap berada dalam bentuk endapannya.

b. Pelarut

Kebanyakan garam anorganik lebih larut dalam air daripada dalam pelarut organik. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk memisahkan dua macam zat yang dalam air sama-sama cukup larut. Sebagai contoh pemisahan $PbSO_4$(aq) dan $CaSO_4$(aq) dapat dilakukan secara kuantitatif dengan larutan etanol 20%, $CaSO_4$ larut sedangkan $PbSO_4$ mengendap. Contoh lain $Ca(NO_3)_2$(aq) dengan $Sr(NO_3)_2$(aq) dapat

dipisahkan dalam pelarut berupa campuran alkohol dan eter, $Ca(NO_3)_2$ larut sedangkan $Sr(NO_3)_2$ mengendap.

c. Ion Senama

Suatu endapan biasanya lebih larut dalam air murni dibandingkan dalam sebuah larutan yang mengandung salah satu ion dari endapan. Sebagai contoh penambahan larutan NaF 0,01 mol ke dalam larutan jenuh CaF_2 akan mengendapkan CaF_2, hal ini disebabkan bergesernya arah kesetimbangan :

$$CaF_{2(p)} \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2\ F^{-}(aq)$$

Ke arah kiri akibat bertambahnya konsentrasi ion F^-.

Jadi secara singkat dapat dikatakan bahwa "penambahan ion senama" menyebabkan berkurangnya kelarutan suatu senyawa. Pengaruh ion senama terhadap kelarutan suatu endapan ditunjukkan dalam perhitunganperhitungan berikut.

d. Pengaruh pH

Gejala pengaruh ion sejenis dapat dipakai untuk menerangkan mengapa pH berpengaruh pada kelarutan suatu zat. Sebagai contoh dapat dilihat pada kesetimbangan $Mg(OH)_2$ berikut:

$Mg(OH)_2(p) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2\ OH^{-}(aq)$ Ksp = $1{,}2 \times 10^{-11}$

Jika endapan $Mg(OH)_2$ berkesetimbangan dengan larutan yang disangga (dibuat buffer) pada pH = 12, maka pOH = 2

$[OH^-] = 10^{-2}$

$Ksp = [Mg^{2+}]\ [OH^-]^2$

$1,2 \times 10^{-11} = [Mg^{2+}][10^{-2}]^2$

$[Mg^{2+}] = 1,2 \times 10^{-11}/10^{-4}$

$[Mg^{2+}] = 1,2 \times 10^{-7}$ mol/L

Padahal kelarutan $Mg(OH)_2$ dalam pelarut air =1,44 x 1 0-4 mol/L.

Jadi pada larutan basa kelarutan $Mg(OH)_2$ jauh lebih kecil. Apabila $Mg(OH)_2$ berkesetimbangan dengan larutan yang dibuat asam, maka kelarutan $Mg(OH)_2$ akan lebih besar, hal ini sesuai dengan pergeseran kesetimbangan kelarutan ke kanan sebagai akibat pengurangan [OH-].

Kemudahan atau kesukaran dari suatu zat untuk membentuk endapan dapat diketahui dengan melihat kelarutannya atau melihat harga dari hasil kali kelarutan yaitu Ksp. Jika harga Ksp suatu zat kecil maka kita dapat mengetahui bahwa zat tersebut sangat mudah membentuk endapan. Ingat definisi kelarutan; kelarutan suatu zat dalam suatu pelarut adalah jumlah zat tersebut sebanyak-banyaknya yang dapat larut dalam pelarut pada suhu tertentu sehingga larutan tepat jenuh. Untuk hal tersebut perhatikan harga konstanta hasil kali kelarutan atau Ksp pada **Table 12.**

Tabel 16. Hasil kali Kelarutan Endapan-endapan pada Suhu Kamar

Zat	Hasil kali kelarutan	Zat	Hasil kali Kelarutan
AgBr	$7,7 \times 10^{-13}$	FeS	$4,0 \times 10^{-19}$
AgBrO3	$5,0 \times 10^{-5}$	Hg2Br2	$5,2 \times 10^{-23}$
AgSCN	$1,2 \times 10^{-12}$	Hg2Cl2	$3,5 \times 10^{-18}$
AgCl	$1,5 \times 10^{-10}$	Hg2I2	$1,2 \times 10^{-28}$
Ag2C2O4	$5,0 \times 10^{-12}$	Hg2S	1×10^{-45}
Ag2CrO4	$2,4 \times 10^{-12}$	HgS	4×10^{-54}

Zat	Hasil kali kelarutan	Zat	Hasil kali Kelarutan
AgI	0,9 x 10^{-16}	K2[PtCl2]	1,1 x 10^{-5}
AgIO3	2,0 x 10^{-8}	MgCO3	1,0 x 10^{-5}
Ag3PO4	1,8 x 10^{-18}	MgC2O4	8,6 x 10^{-5}
Ag2S	1,6 x 10^{-49}	MgF2	7,0 x 10^{-9}
Ag2SO4	7,7 x 10^{-5}	Mg(NH4)P	2,5 x 10^{-13}
Al(OH)3	8,5 x 10^{-23}	Mg(OH)2	3,4 x 10^{-11}
BaCO3	8,1 x 10^{-9}	Mn(OH)2	4,0 x 10^{-14}
BaC2O4	1,7 x 10^{-7}	MnS	1,4 x 10^{-15}
BaCrO4	1,6 x 10^{-10}	Ni(OH)2	8,7 x 10^{-19}
BaSO4	9,2 x 10^{-11}	NiS	1,4 x 10^{-24}
Bi2S3	1,6 x 10^{-72}	PbBr2	7,9 x 10^{-5}
CaCO3	4,8 x 10^{-9}	PbCl2	2,4 x 10^{-4}
CaC2O4	2,6 x 10^{-9}	PbCO3	3,3 x 10^{-14}
CaF2	3,2 x 10^{-11}	PbCrO4	1,8 x 10^{-14}
CaSO4	2,3 x 10^{-4}	PbF2	3,7 x 10^{-8}
CdS	1,4 x 10^{-28}	PbI2	8,7 x 10^{-9}
Co(OH)2	1,6 x 10^{-18}	Pb3(PO4)	1,5 x 10^{-32}
Co(OH)3	2,5 x 10^{-43}	PbS	5 x 10^{-29}
CoS	3 x 10^{-26}	PbSO4	2,2 x 10^{-8}
Cr(OH)3	2,9 x 10^{-29}	SrCO3	1,6 x 10^{-9}
CuBr	1,6 x 10^{-11}	SrC2O4	5,0 x 10^{-8}
CuCl	1,0 x 10^{-6}	SrSO4	2,8 x 10^{-7}
CuI	5,0 x 10^{-12}	TiCl	1,5 x 10^{-4}
CuS	1 x 10^{-44}	TlI	2,8 x 10^{-8}
Cu2S	2 x 10^{-47}	Tl2S	1 x 10^{-22}
CuSCN	1,6 x 10^{-11}	Zn(OH)2	1 x 10^{-17}
Fe(OH)2	4,8 x 10^{-16}	ZnS	1 x 10^{-23}
Fe(OH)3	3,8 x 10^{-38}		

Dimensi hasil kali kelarutan adalam (mol L^{-1})vA + vB, maka konsentrasi masing-masing ion selalu dinyatakan dengan satuan mol L^{-1}.

e. Terbentuknya Ion Kompleks

Kelarutan suatu garam (yang sedikit larut) juga bergantung pada konsentrasi dari zat-zat yang dapat membentuk kompleks dengan kation garam. Pembentukan kompleks akan mengurangi konsentrasi konsentrasi ion logam bebasnya dalam larutan, sehingga endapan dari logam akan melarut kembali untuk menggantikan kation yang hilang sampai Ksp garam tersebut terlepas.

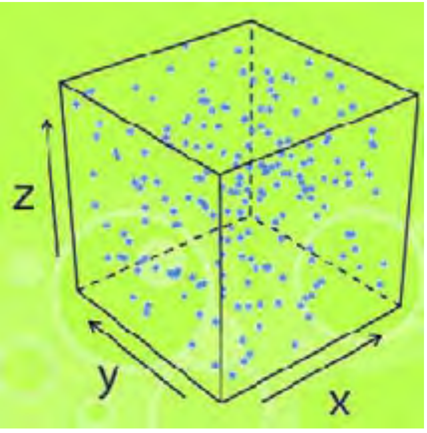
12) Kontaminasi Endapan

Endapan yang terbentuk tidak selalu murni. Kontaminasi endapan dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu *kopresipitasi* (kontaminasi endapan oleh zat lain yang larut dalam pelarut) dan *postpresipitasi* (terjadinya endapan kedua pada permukaan endapan pertama).

Kopresipitasi dapat dibagi 3 macam, yaitu:

1. ***Inklusi***

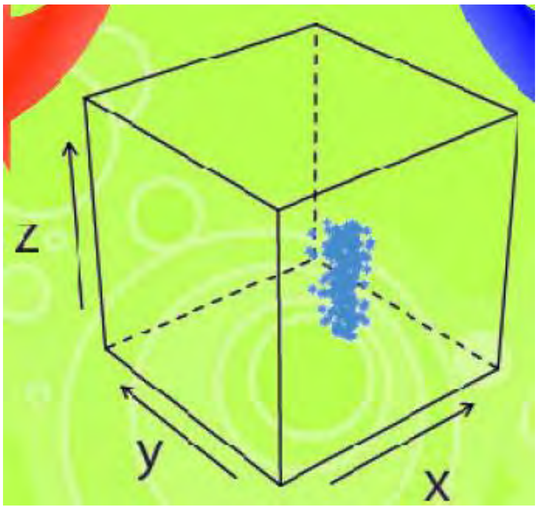
   Inklusi terjadi jika kontaminan masuk ke dalam kisi-kisi kristal pada proses pertumbuhan endapan. Ciri-cirinya yaitu terdispersi secara acak dan struktur hampir sama. *Inklusi* tidak mengurangi jumlah analit, hanya membuat massa endapan lebih besar.



Gambar 55. ***Inklusi***

2. *Oklusi*

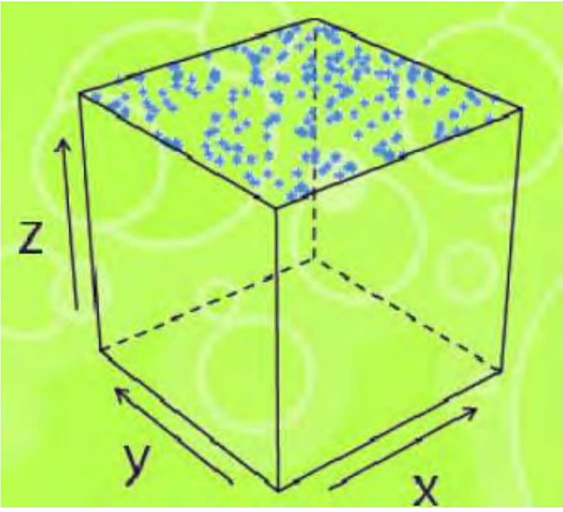
Oklusi terjadi karena zat-zat asing masuk ke dalam kristal pada proses pertumbuhan kristal. Kontaminan terkurung dalam rongga kosong kristal pada proses pertumbuhan endapan. Ion teradsorbsi secara fisik di sekitarnya dengan penambahan endapan sebelum dapat dipindahkan. Larutan terperangkap dalam pertumbuhan endapan.



Gambar 56. *Oklusi*

3. *Adsorpsi*

Adsorpsi permukaan terjadi jika endapan mempunyai permukaan yang luas. Terjadi pada permukaan lapisan induk endapan.



Gambar 57. ***Adsorpsi***

Kegiatan : 1

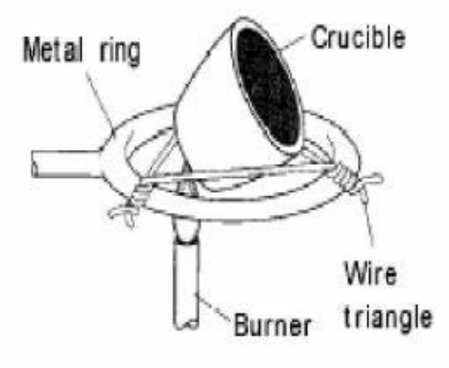
Sebelum anda melakukan praktikum menerapkan prinsip dan teknik analisis gravimetri secara sederhana. Identifikasi lebih dahulu alat-alat yang digunakan untuk analisis gravimetri, dan carilah melalui referensi yang lain mengenai fungsi dari peralatan tersebut! Diskusikan dengan teman sekelompok anda! Dan presentasikan setiap kelompok di depan kelas, kemudian simpulkan !

e. Alat-Alat yang Digunakan Analisis Gravimetri

Beberapa alat yang biasa digunakan dalam melakukan analisis gravimetri antara lain krus porselen dan desikator.

1. Krus porselen

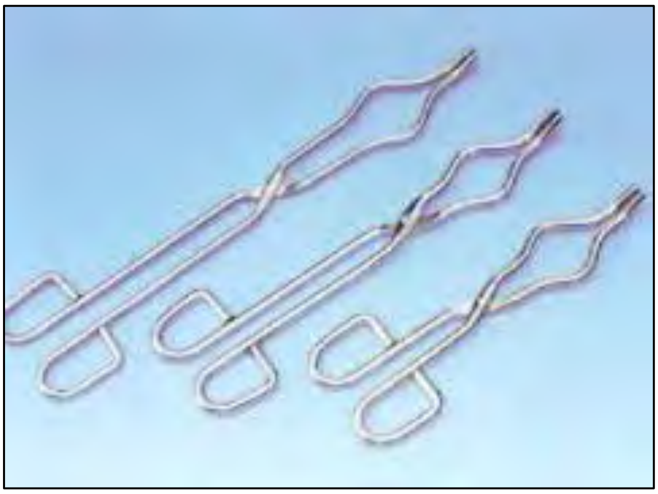
Krus porselen bentuk dan ukurannya bermacam-macam; digunakan untuk memijarkan zat, misalnya pada analisis gravimetri. Bila dipijarkan krus ditempatkan pada segitiga porselen di atas kaki tiga (Gambar 49), dan untuk memegang krus penjepit krus (Gambar 50). Selain krus porselen terdapat juga krus platina



Gambar 58. Pengarangan Endapan dalam Krus

Metal ring = ring logam;
Crucible = krus;
Burner = pembakar;
Wire triangle = kawat segitiga (biasanya segitiga porselen)

2. **Krustang**



Gambar 59. Penjepit Krus

3. **Desikator**

Desikator ada yang terbuat dari gelas dan ada yang terbuat dari logam aluminium.

a. Desikator yang terbuat dari gelas (Gambar 54), garis tengah permukaannya ±15 cm, mempunyai tutup dan lapisan berlubang-lubang untuk menempatkan cawan porselen. Zat pengering yang ditempatkan dalam desikator logam adalah silika gel. Desikator gelas digunakan untuk menyimpan

cawan porselen setelah dilakukan pemijaran dan penimbangan.

b. Desikator yang terbuat dari logam Aluminium, disebut juga eksikator. Bentuk dan ukurannya bermacam-macam. Di dalamnya terdapat lempeng porselen yang berlubang-lubang untuk menyimpan cawan porselen atau tempat lain yang diisi dengan zat yang akan dikeringkan. Di bawah porselen berlubang ditempatkan zat pengering, misalnya asam sulfat pekat, kalsium oksida atau silika gel.



Gambar 60. Eksikator/desikator

4. Tannur/Furnace



Gambar 61. Tanur/Furnace

5. Timbangan



Gambar 62 Timbangan
http://irfhalaboratorium.indonetwork.co.id/

6. **Oven**



Gambar 63. Oven
http://irfhalaboratorium.indonetwork.co.id/

3. **Refleksi**

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi melakukan analisis gravimetri secara sederhana, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

1. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
2. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
3. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

1. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
   ....
   ....
   ....
2. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....

4. Tugas/lembar kerja

a. Buatlah kelompok dengan teman anda! Lakukan praktikum sesuai lembar kerja! lakukan pengamtan selama praktikum dan catat hasil pengamatan anda pada tabel! Hitung data hasil pengamatannya!
b. Bandingkan data hasil pengamatan kelompok anda dengan data hasil pengamatan kelompok yang lain! Catat persamaan dan perbedaanya. Jika data hasil pengamatan dikomunikasikan kepada orang lain, apakah orang lain tersebut memperoleh pemahaman yang sama? Diskusikan dengan teman kelompok anda!
c. Semua data yang telah diperoleh dari hasil praktikum, presentasikan masing-masing kelompok di depan kelas.

d. Tahap akhir yang perlu Anda lakukan adalah membuat kesimpulan dari data – data yang telah diperoleh, lalu menarik suatu hubungan antara data – data tersebut.

e. Buatlah laporan yang berkaitan dengan hasil praktikum.

Lembar Kerja : 1. Analisis Gravimetri dengan metode penguapan (Oven)

a. Tujuan : Untuk menetapkan kadar air dalam suatu sampel menggunakan metode oven

b. Prinsip : Sampel dikeringkan dalam oven psds suhu 100- 105°C sampai diperoelh berat yang tetap.

c. Alat dan Bahan

- Neraca analitik
- Botol timbang bertutup
- Spatula
- Oven
- Desikator
- Krustang
- Bahan/sampel

d. Langkah kerja

1) Panaskan botol timbang dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam
2) Dinginkan dalam eksikator selama ½ jam
3) Timbang dan catat bobotnya
4) Ulangi sampai diperoleh bobot konstan
5) Timbang bahan/sampel sebanyak 1 – 2 gram pada botol timbang tertutup yang telah didapat bobot konstannya
6) Panaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam
7) Dinginkan dalam eksikator selama ½ jam
8) Timbang botol timbang yang berisi contoh tersebut.
9) Ulangi pemanasan dan penimbangan hingga diperoleh bobot konstan

Pengamatan

NO	Pengamatan sebelum dikeringkan	
	Bentuk	Warna

NO	Pengamatan Setelah Dikeringkan	
	Bentuk	Warna

Perhitungan

$$\textbf{\% Air} = \frac{(Wo + Ws) - Wi}{Ws} \times 100$$

Wo = berat botol timbang kosong (gram)

Wi = berat botol timbang + sampel setelah pengeringan (gram)

Ws = berat sampel (gram)

Tabel Pengamatan

Wo (g)	Ws (g)	Wi (g)	% Kadar Air

Lembar Kerja 2 : Penentuan Kadar Sulfat dari Natrium sulfat

Metode : Pengendapan

Prinsip : Mengendapkan sulfat dalam sampel dengan bahan pengendap $BaCl_2$

Alat :

- Neraca analitis
- Kaca arloji
- Beaker glass 500 mL
- Gelas ukur 50 mL
- Spatula Oven
- Tanur
- Krustang
- Hot plate
- Batang pengaduk
- Botol semprot
- Cawan porselen
- Lampu spirtus
- Desikator

Bahan :

- Natrium sulfat
- HCl 37%
- $BaCl_2$
- $AgNO_3$

Langkah Kerja :

1) Pipet 25 mL larutan yang mengandung ± 0,3 gram Natrium sulfat, masukan ke dalam beaker glass 500 mL dan tambahkan 0,3 – 0,6 mL HCl 37%
2) Encerkan dengan aquadest sampai volume ± 200 mL. Panaskan larutan hingga mendidih.
3) Tambahkan 10 – 12 mL larutan $BaCl_2$ 0,2 M tetes demi tetes sambil diaduk
4) Biarkan endapan turun selama beberapa menit. Periksalah pada bagian atas larutan apakah pengendapan telah sempurna. Dengan menambahkan beberapa tetes larutan pengendap
5) Bila masih terjadi endapan, tambahkan 3 mL larutan pengendap
6) Biarkan endapan dan cairan selama 1 jam di atas penangas air dalam keadaan tertutup kaca arloji. Jaga larutan hingga tidak kurang dari 150 mL
7) Endapan harus sudah mengendap dan larutan harus sudah jernih. Periksa dengan beberapa tetes larutan $BaCl_2$ hingga tidak terbentuk larutan lagi dan siap disaring
8) Dekantasi cairan bagian atas melalui kertas saring bebas abu dan pindahkan endapan dalam kertas saring

9) Bersihkan sisa endapan dengan menggunakan policeman
10) Endapan di kertas saring dicuci dengan sedikit air panas beberapa kali dan biarkan air cucian pertama habis terlebih dahulu sebelum menambahkan air cucian baru
11) Teruskan pencucian sampai ± 5 mL air cucian terakhir hingga tidak memberikan kekeruhan dengan setetes larutan $AgNO_3$
12) Lipat kertas saring kering dan masukan ke dalam cawan porsele
13) Keringkan endapan di atas nyala api kecil sampai kertas saring menjadi hita
14) Pijarkan cawan tersebut dalam tanur hingga berwarna putih
15) Dinginkan dan timbang hingga berat konstan

Perhitungan :

Kadar sulfat dari natrium sulfat :

$$\frac{\text{BM sulfat} \times \text{Berat endapan}}{\text{BM Na2SO4}} = \text{gram sulfat}$$

Tabel Pengamatan

BM sulfat	BM Na_2SO_4	Gram (g) endapan	Gram (g) sulfat

Lembar Kerja : 3. Penetapan Khlorida sebagai Perak Khlororida

Tujuan : Menetapkan kadar khlorida dalam suatu sampel dengan cara mengendapkan ion khlorida yang ada dalam sampel menggunakan perak nitrat ($AgNO_3$)

Prinsip : Ion khlorida dalam larutan diendapkan dari larutan asam sewbagai perak khlorida. Endapan yang terbentuk mula-mula berbentuk koloid dan kemudian menggumpal membentuk agregat. Endapan yang terbentuk mudah dicuci dan disaring. Sebagai pencuci digunakan larutan asam nitrat (HNO_3) encer.

Reaksi : $Cl^- \longrightarrow$ AgCl (endapan)

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow$ AgCl (endapan Putih) + $NaNO_3$

Alat dan Bahan :

Alat :

1. Oven
2. Cawan Porselen
3. Desikator
4. Neraca Analitik
5. Bunsen, kaki tiga dan kasa asbes
6. Penjepit cawan
7. Kertas saring bebas abu
8. Gelas piala

Bahan :

1. Barium khlorida
2. Asam nitrat pekat
3. Perak nitrat 0,1 M
4. Aquadest
5. Asam khlorida 0,1 M

Prosedur/Langkah Kerja :

1. Panaskan cawan dalam oven sampe merah selama ± 10 menit. Suhu oven 130-150^oC.
2. Dinginkan dalam desikator ± 15 – 20 menit. Kemudian timbang.
3. Ambil larutan sampel ± 25 mL. Masukkan ke dalam gelas piala. Tambahkan 150 mL aquadest, aduk sampai larut.

4. Tambahkan 0,5 mL asam nitrat pekat.
5. Tambahkan perak nitrat 0,1 M perlahan-lahan aduk terus, sampai terbentuk endapan sempurna
6. Panaskan larutan sampai hampir mendidih, aduk terus sampai endapan berkoagulasi dan cairan menjadi jernih. Pastikan pengendapan telah sempurna dengan menambahkan perak nitrat 0,1 M (tidak terbentuk endapan).
7. Simpan ditempat gelap selama 30 menit sebelum penyaringan.
8. Cuci endapan 2 – 3 kali dengan 10 mL asam nitrat dingin yang sangat encer (0,5 mL asam nitrat pekat dalam 200 mL aquadest). Test larutan hasil cucian dengan asam khlorida 0,1 M (tidak menimbulkan kekeruhan).
9. Masukkan cawan dan isinya kedalam oven pada suhu 130-150^{o}C selama 30 menit, dinginkan dalam desikator dan timbang.
10. Ulangi langkah no 9 sampai mencapai berat konstan.
11. Hitung kadar khlor dalam sampel

Pengamatan

1. Berat cawan porselen = ...gram
2. Berat sampel = ...gram
3. Berat akhir 1 = ...,gram
4. Berat akhir 2 = ...gram
5. Berat akhir 3 = ...gram
6. Berat kertas saring = ...gram
7. Perubahan setelah ditambahkan perak nitrat 0,1 M = ...
8. Warna endapan = ...
9. Bentuk endapan = ...
10. Kadar khlorida = ...

Perhitungan :

$$\text{Kadar khlor} = \frac{\text{Berat endapan AgCl x faktor gravimetri}}{\text{Berat sampel}} \times 100\ \%$$

5. Tes Formatif

1. Jelakan prinsip dasar penentuan sampel dengan metode gravimetri!
2. Sebutkan syarat bentuk senyawa yang dapat diendapkan!
3. Jelaskan perbedaan waktu total (elapsed time) dengan waktu kerja dalam analisis gravimetri
4. Jelaskan kelemahan dan keuntungan penggunaan kertas saring untuk menyaring dalam analisis gravimetri.
5. Jelaskan hal-hal yang perlu diperhatikan agar diperoleh endapan yang baik dalam analisis gravimetri!

C. Penilaian

1. Sikap

1. Penilaian Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1 = BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas

2 = MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten

3 = MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten

4 = MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No.	Sikap / Pembelajaran	Religius				Disiplin				Tanggug jawab				Peduli				Responsif				Teliti				Jujur				Santun			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Mengamati																																
2.	Menanya																																
3.	Mengeksplorasi																																
4.	Mengasosiasi																																
5.	Mengkomunikasikan																																

2. **Pengetahuan**
   1. Jelaskan perbedaan analisis cara gravimetri berdasarkan penguapan, pengendapan dan elektrolisis.
   2. Jelaskan hal-hal penting yang dapat meyebabkan kesalahan dalam analisis gravimetri metode penguapan dan teknik-teknik untuk mengatasi kesalahan tersebut!
   3. Mengapa endapan yang disaring dengan kertas saring dalam analisis gravimetri tidak dapat dipisahkan secara kuantitatif dan kertas saring harus dihilangkan dengan cara pengabuan. Jelaskan!
   4. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan endapan dalam analisis gravimetri!

3. **Keterampilan**

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
1.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
2.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
3.	Melaksanakan metode analisis sesuai setandar			
4.	Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan dianalisa			
5.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
6.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
7.	Melakukan pencatatan data			
8.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
9.	Membuat laporan hasil praktum			
10.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan
Memilih metode analisis sesuai standar	Pemilihan metode analisis tidak sesuai dengan jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan tidak sesuai standar yang ditentukan	Pemilihan metode analisis sesuai jenis bahan dan standar yang ditentukan
Melakukan persiapan pendahuluan pada bahan/sampel yang akan dianalisa	Tidak melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis belum optimal	Melakukan persiapan pendahuluan terhadap bahan/sampel yang akan dianalisis dengan optimal
Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur	Langkah kerja tidak sesuai prosedur	Sebagian langkah kerja ada yang salah	Semua langkah kerja benar dan sesuai prosesur
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
		rumus	lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

III. PENUTUP

Setelah kita memepelajari dan membahas materi dalam buku teks Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium, maka dapat diambil berbagai simpulan sebagai acuan untuk mendalami materi pada jenjang/kelas yang lebih tinggi dan mempelajari bahasan berikutnya. Beberapa simpulan disajikan sebagai berikut:

1. Teknik Pengoperasian Timbangan Dengan Neraca Analitik adalah salah satu teknik menimbang yang merupakan suatu tahap yang paling penting dalam analisis kuantitatif yang sering dilakukan di laboratorium.
2. Penanganan Limbah B3 dan non B3 merupakan kegiatan/usaha yang berhubungan dengan B3 dan non B3, baik penghasil, pengumpul, pengangkut, pemanfaat, pengolah dan penimbun B3, harus memperhatikan aspek lingkungan dan menjaga kualitas lingkungan tetap pada kondisi semula
3. Analisis Tritimetri secara sederhana merupakan suatu cara analisis jumlah yang berdasarkan pengukuran volume larutan yang diketahui kepekatan (konsentrasi) secara teliti yang direaksikan dengan larutan contoh yang akan ditetapkan kadarnya dari suatu sampel.
4. Analisis Gravimetri secara Sederhana merupakan metode analisis kuantitatif dengan penimbanga yang didasarkan pada pengukuran berat, melibatkan pembentukan, isolasi dan pengukuran berat dari suatu endapan. Tahap awal analisis gravimetri adalah pemisahan komponen yang ingin diketahui dari komponen-komponen lain yang terdapat dalam suatu sampel kemudian dilakukan pengendapan.

Kita telah menemukan berbagai konsep dan teknik yang berlaku pada Teknik Pengoperasian Timbangan Dengan Neraca Analitik, Penanganan Limbah B3 dan non B3, Analisis Tritimetri dan Gravimetri secara sederhana. Demikian juga, kita telah terapkan dalam berbagai pemecahan masalah nyata.

DAFTAR PUSTAKA

[Badan Pengawasan Obat dan Makanan]. (2003), *Cara Pembuatan Obat yang Baik. Badan Pengawasan Obat dan Makanan,* Bandung: 1-21

Atmojo, S. T., (2011), *Cara Menimbang Menggunakan Neraca Digital*.http://chemistry35.blogspot.com/2011/07/neraca-digital-merupakan-alat-yang.html**.** Diakses pada 4 November 2013

Basset, J., Denney, R.C., Jeffery, G.H., Mendham, J., (1994), *Buku Ajar Vogel*, *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*, Penerjemah: Pudjaatmaka, H.A dan Setiono, I. EGC, Jakarta

Christianto, (2005), *Pengomposan Sampah Rumah Tangga*, Pusdakota Universitas Surabaya, Surabaya.

Environmental Services Program, (2006), Comparative Assessment on Community Based Solid Waste Management (CBSWM) – Medan, Bandung, Subang, and Surabaya, November Development Alternatives, Inc. for USAID

Day R.A dan Underwood A.L., (2002), *Analisis Kimia Kuantitatif edisi keenam*. Sopyan Iis, penerjemah. Jakarta : Erlangga, Terjemahan dari : *Quantitative Analilysis Sixth Edition*.

Ginting dan Tjurmin, (2000), *Penuntun Praktikum Kimia Dasar I*, Fakultas Pertanian.

Harjadi, W., (1986), *Ilmu Kimia Analitik Dasar,* PT Gramedia, Jakarta.

Harmita, (2004), Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. Majalah Ilmu Kefarmasian 1 (3): 117-135.

Hendaryono D.P.S. dan A. Wijayani. (1994), *Kultur Jaringan (Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Media),* Yogyakarta: Penerbit Helman,1991, Fisika Umum, Erlangga, Jakarta.

Irawati dan Ani. (2008), *Fisika*, Cipta Sikan Kentjana, Surabaya.

Kamajaya, (2007), *Cerdas Belajar Fisika*. Grafindo Kanginan, Surabaya.

Keputusan Kepala Bapedal No. 3, (1995), Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracunhttp://www.bplhdjabar.go.id/index.php/dokumen-publikasi/doc_download/198-kepkab1

Khamidinal, (2009), *Teknik Laboratorium Kimia,* Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Marthen, (2002), *Fisika*. Erlangga, Yogyakarta.

Marthen K., 2006), *Fisika Untuk SMA Kelas IX, X dan XI.* Penerbit Erlangga, Jakarta.

Nuning W., Fardah A., (2004), *Langkah Kecil Untuk Lompatan Besar*. UNESCO, Jakarta

Nuning W., (2002), *Tata Laut, Tertib Darat*.. UNESCO, Jakarta.

Petrucci, Ralph H., (1987), *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 2 Edisi 4*. Erlangga, Jakarta.

Pradhika, E. I., (2008), Pengenalan Alat. http://ekmon-saurus.blogspot.com/2008/11/bab-1-pengenalan-alat.htmls. Diakses pada 4 November 2013

Ratman, C. R. dan Syafrudin, (2010).,Penerapan Pengelolaan Limbah B3 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Jurnal Presipitasi Vol. 7 No.2 September 2010, ISSN 1907-187X.

Rudi Y., (2007),Kalau Sulit Dilawan, Jadikan Kawan. Kelompok Kerja Air Minum dan Penyehatan Lingkungan (AMPL).

Sri W., Tri B. L., Sony, (2005), *Pedoman Umum Pembuatan Kompos Untuk Skala Kecil, Menengah, dan Besar*, Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.

Sudarmadji, (2005), *Penuntun Dasar-Dasar Kimia*. Lepdikbud, Jakarta.

Sulitiowati, Nuryati, L., dan Yudianingrum, R. Y., (2007), *Analisis Volumetri,* Depatemen Perindustrian, Sekolah Menengah Analisis Kimia, Bogor.

Sumarna, I. dan Ismail, E. K., (1991), *Pengantar Kimia Analisis I (Gravimetri)*, Depatemen Perindustrian, Sekolah Menengah Analisis Kimia, Bogor.

Sutrisno, E.T. dan Ina S.N., (2012) *Penuntun Pratikum Kimia Dasar,* Universitas Pasundan, Bandung.

Syarief, (2010), Pengolahan Limbah B3. Diakses dari http://syariefjazjaz.wordpress.com/2010/06/25/pengolahan-limbah-b3/

Wiryawan, A., Retnowati, R., dan Sabarudin, A., (2008), *Kimia Analitik*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

http://abadijayasentosa.blogspot.com diakses pada jam 14.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://driverhutapadang.blogspot.com diakses pada jam 14.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://instrumendua.blogspot.com diakses pada jam 14.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://labsuppliesusa.com diakses pada jam 14.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://megawatimeoong.files.wordpress.com diakses pada jam 14.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://dc305.4shared.com/doc/nQAdzUts/preview.html diakses pada jam 13.00, tanggal 4 Nopember 2013.

http://ikk357.blog.esaunggul.ac.id/files/2013/01/PENGOLAHAN-LIMBAH-B3.pdf diakses pada jam 10.00, tanggal 3 Nopember 2013.

http://lh.surabaya.go.id/weblh/?c=main&m=limbahb3 diakses pada jam 10.00, tanggal 3 Nopember 2013.

http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=1829 diakses pada jam 10.00, tanggal 3 Nopember 2013.

http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=1422 diakses pada jam 10.00, tanggal 3 Nopember 2013.

http://dosen.narotama.ac.id/ diakses pada jam 10.00, tanggal 3 Nopember 2013.

http://www.jasamedivest.com/files/tentang_pengelolaan_limbah_B3.pdf) diakses pada jam 16.00, tanggal 14 Nopember 2013.

http://majarimagazine.com/2008/01/teknologi-pengolahan-limbah-b3/ diakses pada jam 13.00, tanggal 4 Nopember 2013.

http://www.lamandaukab.go.id/portal/files/download/Permenlh_18_2009_Tatacara_Perijinan_Pengelolaan_LB3-pdf-85587f3.pdf diakses pada jam 13.00, tanggal 4 Nopember 2013.

http://kebersihandki.com/ diakses pada jam 13.00, tanggal 5 Nopember 2013.

http://whyfiles.org/2011/trash-does-burning-beat-burying/ diakses pada jam 13.00, tanggal 5 Nopember 2013.

http://share-pangaweruh.blogspot.com/2013/07/teknik-dasar-dalam-praktikum-kimia-cara_8.html diakses pada jam 13.00, tanggal 5 Nopember 2013

Lampiran 1. Pengelolaan Limbah Bahan Brbahayadan Beracun (B3)

PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 18 TAHUN 1999

TENTANG

PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang :

a. bahwa lingkungan hidup perlu dijaga kelestariannya sehingga tetap mampu menunjang pelaksanaanpembangunan yang berkelanjutan;
b. bahwa dengan meningkatnya pembangunan di segala bidang, khususnya pembangunan di bidangindustri, semakin meningkat pula jumlah limbah yang dihasilkan termasuk yang berbahaya dan beracunyang dapat membahayakan lingkungan hidup dan kesehatan manusia;
c. bahwa dengan diundangkannya Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan LingkunganHidup, perlu dilakukan penyesuaian terhadap Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 jo. PeraturanPemerintah Nomor 12 Tahun 1995 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun;
d. bahwa sehubungan dengan hal tersebut diatas, dipandang perlu menetapkan Peraturan Pemerintahtentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun;

Mengingat :

1. Pasal 5 ayat (2) Undang-Undang Dasar 1945;
2. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);

M E M U T U S K A N :

Menetapkan :

PERATURAN PEMERINTAH TENTANG PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN.

BAB I

KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Pemerintah ini yang dimaksud dengan :

2. Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan;
3. Limbah bahan berbahaya dan beracun, disingkat limbah B3, adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatanyang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinyadan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/ataumerusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan,kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain;
4. Pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3;
5. Reduksi limbah B3 adalah suatu kegiatan pada penghasil untuk mengurangi jumlah dan mengurangi sifatbahaya dan racun limbah B3, sebelum dihasilkan dari suatu kegiatan;
6. Penghasil limbah B3 adalah orang yang usaha dan/atau kegiatannya menghasilkan limbah B3;
7. Pengumpul limbah B3 adalah badan usaha yang melakukan kegiatan pengumpulan dengan tujuan untukmengumpulkan limbah B3 sebelum dikirim ke tempat pengolahan dan/atau pemanfaatan dan/ataupenimbunan limbah B3;
8. Pengangkut limbah B3 adalah badan usaha yang melakukan kegiatan pengangkutan limbah B3;
9. Pemanfaat limbah B3 adalah badan usaha yang melakukan kegiatan pemanfaatan limbah B3;

10. Pengolah limbah B3 adalah badan usaha yang mengoperasikan sarana pengolahan limbah B3;
11. Penimbun limbah B3 adalah badan usaha yang melakukan kegiatan penimbunan limbah B3;
12. Pengawas adalah pejabat yang bertugas di instansi yang bertanggung jawab melaksanakan pengawasanpengelolaan limbah B3;
13. Penyimpanan adalah kegiatan menyimpan limbah B3 yang dilakukan oleh penghasil dan/atau pengumpuldan/atau pemanfaat dan/atau pengolah dan/atau penimbun limbah B3 dengan maksud menyimpansementara;
14. Pengumpulan limbah B3 adalah kegiatan mengumpulkan limbah B3 dari penghasil limbah B3 denganmaksud menyimpan sementara sebelum diserahkan kepada pemanfaat dan/atau pengolah dan/ataupenimbun limbah B3;
15. Pengangkutan limbah B3 adalah suatu kegiatan pemindahan limbah B3 dari penghasil dan/atau daripengumpul dan/atau dari pemanfaat dan/atau dari pengolah ke pengumpul dan/atau ke pemanfaatdan/atau ke pengolah dan/atau ke penimbun limbah B3;
16. Pemanfaatan limbah B3 adalah suatu kegiatan perolehan kembali (*recovery*) dan/atau penggunaankembali (*reuse*) dan/atau daur ulang *(recycle)* yang bertujuan untuk mengubah limbah B3 menjadi suatuproduk yang dapat digunakan dan harus juga aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia;
17. Pengolahan limbah B3 adalah proses untuk mengubah karakteristik dan komposisi limbah B3 untukmenghilangkan dan/atau mengurangi sifat bahaya dan/atau sifat racun;
18. Penimbunan limbah B3 adalah suatu kegiatan menempatkan limbah B3 pada suatu fasilitas penimbunandengan maksud tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup;
19. Orang adalah orang perseorangan, dan/atau kelompok orang, dan/atau badan hukum;
20. Instansi yang bertanggung jawab adalah instansi yang bertanggung jawab di bidang pengendaliandampak lingkungan;
21. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup;

Pasal 2

Pengelolaan limbah B3 bertujuan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah B3 serta melakukan pemulihan kualitas lingkungan yang sudah tercemar sehingga sesuai fungsinya kembali.

Pasal 3

Setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan yang menghasilkan limbah B3 dilarang membuang limbah B3 yang dihasilkannya itu secara langsung ke dalam media lingkungan hidup, tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Pasal 4

Setiap orang atau badan usaha yang melakukan kegiatan penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3 dilarang melakukan pengenceran untuk maksud menurunkan konsentrasi zat racun dan bahaya limbah B3.

Pasal 5

Pengelolaan limbah radio aktif dilakukan oleh instansi yang bertanggung jawab atas pengelolaan radio aktif sesuaidengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

BAB II

IDENTIFIKASI LIMBAH B3

Pasal 6

Limbah B3 dapat diidentifikasi menurut sumber dan karakteristiknya.

Pasal 7

(2) Jenis limbah B3 menurut sumbernya meliputi :
   a. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik;
   b. Limbah B3 dari sumber spesifik;
   c. Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, bekas kemasan, dan buangan produk yangtidak memenuhi spesifikasi.

(3) Daftar limbah dengan kode limbah D220, D221, D222, dan D223 dapat dinyatakan limbah B3 setelah dilakukan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) dan/atau uji karakteristik.

(4) Perincian dari masing-masing jenis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) seperti tercantum dalam lampiran I Peraturan Pemerintah ini.

Pasal 8

(1) Limbah yang tidak termasuk dalam daftar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (3) diidentifikasi sebagai limbah B3 apabila setelah melalui pengujian memiliki salah satu atau lebih karakteristik sebagai berikut :

a. mudah meledak;
b. mudah terbakar;
c. bersifat reaktif;
d. beracun;
e. menyebabkan infeksi; dan
f. bersifat korosif.

(2) Limbah yang termasuk limbah B3 adalah limbah lain yang apabila diuji dengan metode toksikologi memiliki LD50 di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan.

BAB III

PELAKU PENGELOLAAN

Bagian Pertama

Penghasil

Pasal 9

(1) Setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan yang menggunakan bahan berbahaya dan beracun dan/atau menghasilkan limbah B3 wajib melakukan reduksi limbah B3, mengolah limbah B3 dan/atau menimbun limbah B3.

(2) apabila kegiatan reduksi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) masih menghasilkan limbah B3, dan limbah B3 tersebut masih dapat dimanfaatkan, penghasil dapat memanfaatkannya sendiri atau menyerahkan pemanfaatannya kepada pemanfaat limbah B3.

(3) Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib mengolah limbah B3 yang dihasilkannya sesuai dengan teknologi yang ada dan jika tidak mampu diolah di dalam negeri dapat diekspor ke negara lain yang memiliki teknologi pengolahan limbah B3.

(4) Pengolahan dan/atau penimbunan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dilakukan sendiri oleh penghasil limbah B3 atau penghasil limbah B3 dapat menyerahkan pengolahan dan/atau penimbunan limbah B3 yang dihasilkannya itu kepada pengolah dan/atau penimbun limbah B3.

(5) Penyerahan limbah B3 kepada pemanfaat sebagaimana dimaksud pada ayat (2), untuk diekspor sebagaimana dimaksud pada ayat (3), serta kepada pengolah dan/atau penimbun limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (4) tidak mengurangi tanggung jawab penghasil limbah B3 untuk mengolah limbah B3 yang dihasilkannya.

(6) Ketentuan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga dan kegiatan skala kecil ditetapkan kemudian oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 10

(1) Penghasil limbah B3 dapat menyimpan limbah B3 yang dihasilkannya paling lama 90 (sembilan puluh) hari sebelum menyerahkannya kepada pengumpul atau pemanfaat atau pengolah atau penimbun limbah B3.

(2) Bila limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 (lima puluh) kilogram per hari, penghasil limbah B3 dapat menyimpan limbah B3 yang dihasilkannya lebih dari sembilan puluh hari sebelum diserahkan kepada pemanfaat atau pengolah atau penimbun limbah B3, dengan persetujuan Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 11

(1) Penghasil limbah B3 wajib membuat dan menyimpan catatan tentang :
   a. jenis, karakteristik, jumlah dan waktu dihasilkannya limbah B3;
   b. jenis, karakteristik, jumlah dan waktu penyerahan limbah B3;
   c. nama pengangkut limbah B3 yang melaksanakan pengiriman kepada pengumpul ataupemanfaat atau pengolah atau penimbun limbah B3.

(2) Penghasil limbah B3 wajib menyampaikan catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sekurangkurangnya sekali dalam enam bulan kepada instansi yang bertanggung jawab dengan tembusan kepada instansi yang terkait dan Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan.

(3) Catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipergunakan untuk :

a. inventarisasi jumlah limbah B3 yang dihasilkan;
b. sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbahB3.

Bagian Kedua

Pengumpul

Pasal 12

Pengumpul limbah B3 dilakukan oleh badan usaha yang melakukan kegiatan pengumpulan limbah B3.

Pasal 13

(1) Pengumpul limbah B3 wajib membuat catatan tentang :
   a. jenis, karakteristik, jumlah limbah B3 dan waktu diterimanya limbah B3 dari penghasil limbahB3;
   b. jenis, karakteristik, jumlah, dan waktu penyerahan limbah B3 kepada pemanfaat dan/ataupengolah dan/atau penimbun limbah B3;
   c. nama pengangkut limbah B3 yang melaksanakan pengiriman kepada pemanfaat dan/ataupengolah dan/atau penimbun limbah B3.
(2) Pengumpul limbah B3 wajib menyampaikan catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sekurangkurangnya sekali dalam enam bulan kepada instansi yang bertanggung jawab dengan tembusan kepada instansi yang terkait dan Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan.
(3) Catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipergunakan untuk;
   a. inventarisasi jumlah limbah B3 yang dikumpulkan;
   b. sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3.

Pasal 14

(1) Pengumpul limbah B3 dapat menyimpan limbah B3 yang dikumpulkannya paling lama 90 (sembilan puluh) hari sebelum diserahkan kepada pemanfaat dan/atau pengolah dan/atau penimbun limbah B3.
(2) Pengumpul limbah B3 bertanggung jawab terhadap limbah B3 yang dikumpulkan.

Bagian Ketiga

Pengangkut

Pasal 15

(1) Pengangkut limbah B3 dilakukan oleh badan usaha yang melakukan kegiatan pengangkutan limbah B3.

(2) Pengangkutan limbah B3 dapat dilakukan oleh penghasil limbah B3 untuk limbah yang dihasilkannya sendiri.

(3) Apabila penghasil limbah B3 bertindak sebagai pengangkut limbah B3, maka wajib memenuhi ketentuan yang berlaku bagi pengangkut limbah B3.

Pasal 16

(1) Setiap pengangkutan limbah B3 oleh pengangkut limbah B3 wajib disertai dokumen limbah B3.

(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai bentuk dokumen limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 17

Pengangkut limbah B3 wajib menyerahkan limbah B3 dan dokumen limbah B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 ayat (1) kepada pengumpul dan/atau pemanfaat dan/atau pengolah dan/atau penimbun limbah B3 yang ditunjuk oleh penghasil limbah B3.

Bagian Keempat

Pemanfaat

Pasal 18

Pemanfaat limbah B3 dilakukan oleh penghasil atau badan usaha yang melakukan kegiatan pemanfaatan limbah B3.

Pasal 19

(1) Pemanfaat limbah B3 yang menghasilkan limbah B3 wajib memenuhi ketentuan mengenai penghasil limbah B3.

(2) Pemanfaat limbah B3 yang dalam kegiatannya melakukan pengumpulan limbah B3 wajib memenuhi ketentuan mengenai pengumpul limbah B3.

(3) Pemanfaat limbah B3 yang melakukan pengangkutan limbah B3 wajib memenuhi ketentuan mengenai pengangkut limbah B3.

Pasal 20

Pemanfaat limbah B3 dapat menyimpan limbah B3 sebelum dimanfaatkan paling lama 90 (sembilan puluh) hari.

Pasal 21

Pemanfaat limbah B3 wajib membuat dan menyimpan catatan mengenai :

a. sumber limbah B3 yang dimanfaatkan;
b. jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang dikumpulkan;
c. jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang dimanfaatkan dan produk yang dihasilkan;
d. nama pengangkut yang melakukan pengangkutan limbah B3 dari penghasil dan/atau pengumpul limbahB3.

Pasal 22

(1) Pemanfaat limbah B3 wajib menyampaikan catatan sebagaimana dimaksud pada Pasal 21 sekurangkurangnya sekali dalam enam bulan kepada instansi yang bertanggung jawab dengan tembusan kepada instansi yang terkait dan Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan.

(2) Catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipergunakan untuk :

a. inventarisasi jumlah limbah B3 yang dimanfaatkan;
b. sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3.

Bagian Kelima

Pengolah

Pasal 23

(1) Pengolah limbah B3 dilakukan oleh penghasil atau badan usaha yang melakukan kegiatan pengolahan limbah B3.

(2) Pengolah limbah B3 dapat menyimpan limbah B3 yang akan diolah paling lama 90 (sembilan puluh) hari

(3) Pengolah limbah B3 dapat menyimpan limbah B3 yang dihasilkannya paling lama 90 (sembilan puluh) hari.

Pasal 24

(1) Pengolah limbah B3 wajib membuat dan menyimpan catatan mengenai :

a. sumber limbah B3 yang diolah;
b. jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang diolah;

c. nama pengangkut yang melakukan pengangkutan limbah B3.

(2) Pengolah limbah B3 wajib menyampaikan catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sekurangkurangnya sekali dalam enam bulan kepada instansi yang bertanggung jawab dengan tembusan kepada instansi terkait dan Bupati/Wali kotamadya Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan.

(3) Catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipergunakan untuk :

a. inventarisasi jumlah limbah B3 yang dimanfaatkan;
b. sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3.

Bagian Keenam

Penimbun

Pasal 25

(1) Penimbun limbah B3 dilakukan oleh badan usaha yang melakukan kegiatan penimbunan limbah B3.

(2) Penimbunan limbah B3 dapat dilakukan oleh penghasil untuk menimbun limbah B3 sisa dari usaha dan/atau kegiatannya sendiri.

Pasal 26

(1) Penimbun limbah B3 wajib membuat dan menyimpan catatan mengenai :

a. sumber limbah B3 yang ditimbun;
b. jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang ditimbun;
c. nama pengangkut yang melakukan pengangkutan limbah B3.

(2) Penimbun limbah B3 wajib menyampaikan catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sekurangkurangnya sekali dalam enam bulan kepada instansi yang bertanggung jawab dengan tembusan kepada instansi terkait dan Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan.

(3) Catatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipergunakan untuk :

a. inventarisasi jumlah limbah B3 yang dimanfaatkan;
b. sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3.

BAB IV

KEGIATAN PENGELOLAAN

Bagian Pertama

Reduksi Limbah B3

Pasal 27

(1) Reduksi limbah B3 dapat dilakukan melalui upaya menyempurnakan penyimpanan bahan baku dalamkegiatan proses (*house keeping*), substitusi bahan, modifikasi proses, serta upaya reduksi limbah B3 lainnya.
(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai reduksi limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Kedua

Pengemasan

Pasal 28

(1) Setiap kemasan limbah B3 wajib diberi simbol dan label yang menunjukkan karakteristik dan jenis limbah B3.
(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai simbol dan label limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Ketiga

Penyimpanan

Pasal 29

(1) Penyimpanan limbah B3 dilakukan di tempat penyimpanan yang sesuai dengan persyaratan.
(2) Tempat penyimpanan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1), wajib memenuhi syarat :
   a. lokasi tempat penyimpanan yang bebas banjir, tidak rawan bencana dan di luar kawasanlindung serta sesuai dengan rencana tata ruang;
   b. rancangan bangunan disesuaikan dengan jumlah, karakteristik limbah B3 dan upayapengendalian pencemaran lingkungan.
(3) Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan penyimpanan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Keempat

Pengumpulan

Pasal 30

(1) Kegiatan pengumpulan limbah B3 wajib memenuhi ketentuan sebagai berikut :
   a. memperhatikan karakteristik limbah B3;
   b. mempunyai laboratorium yang dapat mendeteksi karakteristik limbah B3 kecuali untuk toksikologi;
   c. memiliki perlengkapan untuk penanggulangan terjadinya kecelakaan;
   d. memiliki konstruksi bangunan kedap air dan bahan bangunan disesuaikan dengan karakteristik limbah B3;
   e. mempunyai lokasi pengumpulan yang bebas banjir.

(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Kelima

Pengangkutan

Pasal 31

Penyerahan limbah B3 oleh penghasil dan/atau pengumpul dan/atau pemanfaat dan/atau pengolah kepada pengangkut wajib disertai dokumen limbah B3.

Pasal 32

Pengangkutan limbah B3 dilakukan dengan alat angkut khusus yang memenuhi persyaratan dengan tata carapengangkutan yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bagian Keenam

Pemanfaatan

Pasal 33

(1) Pemanfaatan limbah B3 meliputi perolehan kembali (*recovery*), penggunaan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*).

(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1)ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Ketujuh

Pengolahan

Pasal 34

(1) Pengolahan limbah B3 dapat dilakukan dengan cara thermal, stabilisasi dan solidifikasi, secara fisika, kimia, biologi dan/atau cara lainnya sesuai dengan perkembangan teknologi.

(2) Pemilihan lokasi untuk pengolahan limbah B3 harus memenuhi ketentuan :

a. bebas dari banjir, tidak rawan bencana dan bukan kawasan lindung;

b. merupakan lokasi yang ditetapkan sebagai kawasan peruntukan industri berdasarkan rencanatata ruang.

(3) Pengolahan limbah B3 dengan cara stabilisasi dan solidifikasi wajib memenuhi persyaratan sebagaiberikut :

a. melakukan analisis dengan prosedur ekstraksi untuk menentukan mobilitas senyawa organikdan anorganik (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*);

b. melakukan penimbunan hasil pengolahan stabilisasi dan solidifikasi dengan ketentuanpenimbunan limbah B3 (*landfill*).

(4) Pengolahan limbah B3 secara fisika dan/atau kimia yang menghasilkan :

a. limbah cair, maka limbah cair tersebut wajib memenuhi baku mutu limbah cair;

b. limbah padat, maka limbah padat tersebut wajib memenuhi ketentuan tentang pengelolaanlimbah B3.

(5) Pengolahan limbah B3 dengan cara thermal dengan mengoperasikan insinerator wajib memenuhiketentuan sebagai berikut :

a. mempunyai insinerator dengan spesifikasi sesuai dengan karakteristik dan jumlah limbah B3yang diolah;

b. mempunyai insinerator yang dapat memenuhi efisiensi pembakaran minimal 99,99 % danefisiensi penghancuran dan penghilangan sebagai berikut :

1) efisiensi penghancuran dan penghilangan untuk *Principle Organic Hazard Constituent*(POHCs) 99,99%;

2) efisiensi penghancuran dan penghilangan untuk *Polyclorinated Biphenyl* (PCBs) 99,9999 %;

3) efisiensi penghancuran dan penghilangan untuk *Polyclorinated Dibenzofurans* 99,9999 %;

4) efisiensi penghancuran dan penghilangan untuk *Polyclorinated Dibenso-P-dioxins* 99,9999%.

c. memenuhi standar emisi udara;
d. residu dari kegiatan pembakaran berupa abu dan cairan wajib dikelola dengan mengikutiketentuan tentang pengelolaan limbah B3.

(6) Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan teknis pengolahan limbah B3 ditetapkan oleh Kepalainstansi yang bertanggung jawab.

Pasal 35

Penghentian kegiatan pengolahan limbah B3 oleh pengolah wajib mendapatkan persetujuan tertulis dari Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Kedelapan

Penimbunan

Pasal 36

Lokasi penimbunan limbah B3 wajib memenuhi persyaratan sebagai berikut :

a. bebas dari banjir;
b. permeabilitas tanah maksimum 10 pangkat negatif 7 centimeter per detik;
c. merupakan lokasi yang ditetapkan sebagai lokasi penimbunan limbah B3 berdasarkan rencana tataruang;
d. merupakan daerah yang secara geologis dinyatakan aman, stabil tidak rawan bencana dan di luarkawasan lindung;
e. tidak merupakan daerah resapan air tanah, khususnya yang digunakan untuk air minum.

Pasal 37

(1) Penimbunan limbah B3 wajib menggunakan sistem pelapis yang dilengkapi dengan saluran untuk pengaturan aliran air permukaan, pengumpulan air lindi dan pengolahannya, sumur pantau dan lapisan penutup akhir yang telah disetujui oleh instansi yang bertanggung jawab.

(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara dan persyaratan penimbunan limbah B3 ditetapkan olehKepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 38

Penghentian kegiatan penimbunan limbah B3 oleh penimbun wajib mendapatkan persetujuan tertulis dari Kepalainstansi yang bertanggung jawab.

Pasal 39

(1) Terhadap lokasi penimbunan limbah B3 yang telah dihentikan kegiatannya wajib memenuhi hal-hal sebagai berikut :

a. menutup bagian paling atas tempat penimbunan dengan tanah setebal minimum 0,60 meter;

b. melakukan pemagaran dan memberi tanda tempat penimbunan limbah B3;

c. melakukan pemantauan kualitas air tanah dan menanggulangi dampak negatif yang mungkintimbul akibat keluarnya limbah B3 ke lingkungan, selama minimum 30 tahun terhitung sejakditutupnya seluruh fasilitas penimbunan limbah B3;

d. peruntukan lokasi penimbun yang telah dihentikan kegiatannya tidak dapat dijadikanpemukiman atau fasilitas umum lainnya.

(2) Ketentuan lebih lanjut mengenai pelaksanaan kewajiban sebagaimana dimaksud pada ayat (1)ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

BAB V

TATA LAKSANA

Bagian Pertama

Perizinan

Pasal 40

(1) Setiap badan usaha yang melakukan kegiatan :

a. penyimpanan, pengumpulan, pemanfaatan, pengolahan dan/atau penimbunan limbah B3 wajibmemiliki izin operasi dari Kepala instansi yang bertanggung jawab.

b. pengangkut limbah B3 wajib memiliki izin pengangkutan dari Menteri Perhubungan setelahmendapat rekomendasi dari Kepala instansi yang bertanggung jawab.

c. pemanfaatan limbah B3 sebagai kegiatan utama wajib memiliki izin pemanfaatan dari instansiyang berwenang memberikan izin pemanfaatan setelah mendapat rekomendasi dari Kepalainstansi yang bertanggung jawab.

(2) Ketentuan mengenai tata cara memperoleh izin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab, dan ayat (1) huruf b dan huruf c ditetapkan olehKepala instansi yang berwenang memberikan izin.

(3) Kegiatan pengolahan limbah B3 yang terintegrasi dengan kegiatan pokok wajib memperoleh izinoperasi alat pengolahan limbah B3 yang dikeluarkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(4) Persyaratan untuk memperoleh izin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) adalah sebagai berikut :

a. memiliki akte pendirian sebagai badan usaha yang telah disyahkan oleh instansi yangberwenang;
b. nama dan alamat badan usaha yang memohon izin;
c. kegiatan yang dilakukan;
d. lokasi tempat kegiatan;
e. nama dan alamat penanggung jawab kegiatan;
f. bahan baku dan proses kegiatan yang digunakan;
g. spesifikasi alat pengelolaan limbah;
h. jumlah dan karakteristik limbah B3 yang disimpan, dikumpulkan, dimanfaatkan, diangkut, diolahatau ditimbun;
i. tata letak saluran limbah, pengolahan limbah, dan tempat penampungan sementara limbah B3sebelum diolah dan tempat penimbunan setelah diolah;
j. alat pencegah pencemaran untuk limbah cair, emisi, dan pengolahan limbah B3.

(5) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara permohonan izin sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dantata cara permohonan rekomendasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dan huruf c ditetapkanoleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 41

(5) Keputusan mengenai izin dan rekomendasi pengelolaan limbah B3 yang diberikan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 wajib diumumkan kepada masyarakat.

(6) Tata cara pengumuman sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur lebih lanjut dengan ketetapan Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 42

(1) Izin lokasi pengolahan dan penimbunan limbah B3 diberikan oleh Kepala Kantor PertanahanKabupaten/Kotamadya sesuai rencana tata ruang setelah mendapat rekomendasi dari Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(2) Rekomendasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) didasarkan pada hasil penelitian tentang dampaklingkungan dan kelayakan teknis lokasi sebagaimana dimaksud pada Pasal 34 ayat (2) dan Pasal 36.

Pasal 43

(1) Untuk kegiatan pengumpulan, pemanfaatan, pengolahan dan/atau penimbunan limbah B3 sebagai kegiatan utama wajib dibuatkan analisis mengenai dampak lingkungan hidup sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

(2) Dokumen analisis mengenai dampak lingkungan hidup diajukan bersama dengan permohonan izinoperasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 ayat (4) kepada instansi yang bertanggung jawab.

(3) Keputusan kelayakan lingkungan hidup berdasarkan hasil penilaian analisis mengenai dampaklingkungan hidup diberikan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Pasal 44

(1) Keputusan mengenai permohonan izin sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 diberikan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab selambat-lambatnya 45 (empat puluh lima) hari kerja terhitung sejak diterimanya.

(2) Syarat dan kewajiban dalam analisis mengenai dampak lingkungan hidup yang telah disetujuimerupakan bagian yang akan menjadi bahan pertimbangan dalam pemberian izin sebagaimana dimaksuddalam Pasal 40 ayat (1).

Pasal 45

(1) Kegiatan baru yang menghasilkan limbah B3 yang melakukan pengolahan dan pemanfaatan limbah B3 yang lokasinya sama dengan kegiatan utamanya, maka analisis mengenai dampak lingkungan hidup untuk kegiatan pengolahan

limbah B3 dibuat secara terintegrasi dengan analisis mengenai dampak lingkungan hidup untuk kegiatan utamanya.

(2) Apabila pengolahan limbah B3 dilakukan oleh penghasil dan pemanfaat limbah B3 di lokasi kegiatan utamanya, maka hanya rencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencana pemantauan lingkungan hidup yang telah disetujui yang diajukan kepada instansi yang bertanggung jawab bersama dengan permohonan izin operasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40.

(3) Keputusan mengenai permohonan izin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) diberikanoleh instansi yang bertanggung jawab selambat-lambatnya 60 (enam puluh) hari terhitung sejak diterimanyarencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencana pemantauan lingkungan hidup yang telahdisetujui.

(4) Syarat dan kewajiban yang tercantum dalam rencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencanapemantauan lingkungan hidup sebagaimana dimaksud pada ayat (2) merupakan bagian yang tidakterpisahkan dari permohonan izin sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40.

Pasal 46

(1) Apabila penghasil dan/atau pemanfaat limbah B3 bertindak sebagai pengolah limbah B3 dan lokasi pengolahannya berbeda dengan lokasi kegiatan utamanya, maka terhadap kegiatan pengolahan limbah B3 tersebut berlaku ketentuan mengenai pengolahan limbah B3 dalam Peraturan Pemerintah ini.

(2) Untuk kegiatan pemanfaatan limbah B3 sebagai kegiatan utamanya wajib dibuatkan analisis mengenaidampak lingkungan hidup sedangkan untuk kegiatan yang terintegrasi dengan kegiatan utamanya wajibmembuat rencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencana pemantauan lingkungan hidup.

(3) Dokumen analisis mengenai dampak lingkungan hidup diajukan kepada instansi yang bertanggungjawab dan persetujuan atas dokumen tersebut diberikan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(4) Syarat dan kewajiban yang tercantum dalam rencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencanapemantauan lingkungan hidup yang telah disetujui wajib dicantumkan dalam izin sebagaimana dimaksuddalam Pasal 40.

Bagian Kedua

Pengawasan

Pasal 47

(1) Pengawasan pengelolaan limbah B3 dilakukan oleh Menteri dan pelaksanaanya diserahkan kepada instansi yang bertanggung jawab.

(2) Pengawasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi pemantauan terhadap penaatanpersyaratan serta ketentuan teknis dan administratif oleh penghasil, pemanfaat, pengumpul, pengangkut,pengolah, dan penimbun limbah B3.

(3) Pelaksanaan pengawasan pengelolaan limbah B3 di daerah dilakukan menurut tata laksana yangditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(4) Pengawasan pelaksanaan sistem tanggap darurat pada tingkat nasional dilaksanakan oleh instansiyang bertanggung jawab dan pada tingkat daerah dilaksanakan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat Idan/atau Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II.

Pasal 48

(1) Pengawas dalam melaksanakan pengawasan pengelolaan limbah B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 47 ayat (1) dilengkapi tanda pengenal dan surat tugas yang dikeluarkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(2) Pengawas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berwenang :

a. memasuki areal lokasi penghasil, pemanfaatan, pengumpulan, pengolahan dan penimbunlimbah B3;
b. mengambil contoh limbah B3 untuk diperiksa di laboratorium;
c. meminta keterangan yang berhubungan dengan pelaksanaan pengelolaan limbah B3;
d. melakukan pemotretan sebagai kelengkapan laporan pengawasan.

Pasal 49

Penghasil, pengumpul, pengangkut, pemanfaat, pengolah dan penimbun limbah B3 wajib membantu petugas pengawas dalam melakukan tugas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (2).

Pasal 50

Apabila dalam pelaksanaan pengawasan ditemukan indikasi adanya tindak pidana lingkungan hidup maka pengawas selaku penyidik pegawai negeri sipil lingkungan hidup dapat melakukan penyidikan.

Pasal 51

(1) Instansi yang bertanggung jawab menyampaikan laporan pelaksanaan pengelolaan limbah B3 secara berkala sekurang-kurangnya satu kali dalam satu tahun kepada Presiden dengan tembusan kepada Menteri.

(2) Menteri mengevaluasi laporan tersebut guna menyusun kebijakan pengelolaan limbah B3.

Pasal 52

(1) Untuk menjaga kesehatan pekerja dan pengawas yang bekerja di bidang pengelolaan limbah B3dilakukan uji kesehatan secara berkala.

(2) Uji kesehatan pekerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diselenggarakan oleh penanggung jawabusaha dan/atau kegiatan pengelolaan limbah B3

(3) Uji kesehatan bagi pengawas pengelolaan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1)diselenggarakan oleh instansi yang bertanggung jawab di bidang kesehatan tenaga kerja.

Bagian Ketiga

Perpindahan Lintas Batas

Pasal 53

(1) Setiap orang dilarang melakukan impor limbah B3.

(2) Pengangkutan limbah B3 dari luar negeri melalui Wilayah Negara Indonesia dengan tujuan transit,wajib memiliki persetujuan tertulis terlebih dahulu dari Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(3) Pengangkutan limbah B3 dari luar negeri melalui Wilayah Negara Republik Indonesia wajibdiberitahukan terlebih dahulu secara tertulis kepada Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(4) Pengiriman limbah B3 ke luar negeri dapat dilakukan setelah mendapat persetujuan tertulis daripemerintah negara penerima dan Kepala instansi yang bertanggung jawab.

(5) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata niaga limbah B3 ditetapkan oleh Menteri yang ditugasi dalambidang perdagangan setelah mendapat pertimbangan dari Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Keempat

Informasi dan Pelaporan

Pasal 54

(1) Setiap orang berhak atas informasi mengenai pengelolaan limbah B3.

(2) Instansi yang bertanggung jawab wajib memberikan informasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1)kepada setiap orang secara terbuka.

Pasal 55

(1) Setiap orang berhak melaporkan adanya potensi maupun keadaan telah terjadinya pencemaran dan/ataukerusakan lingkungan hidup yang disebabkan oleh limbah B3.

(2) Pelaporan tentang adanya peristiwa pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup disampaikan secaralisan atau tertulis kepada instansi yang bertanggungjawab atau aparat pemerintah terdekat.

(3) Aparat pemerintah yang menerima pelaporan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajib meneruskan laporantersebut kepada instansi yang bertanggung jawab selambat-lambatnya 3 (tiga) hari kerja setelah diterimanyapelaporan.

Pasal 56

(1) Instansi yang menerima laporan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 55 wajib segera menindaklanjuti laporan masyarakat.

(2) Proses tindak lanjut maupun hasil laporan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib diberitahukan kepadapelapor dan/atau masyarakat yang berkepentingan

Pasal 57

Tata cara dan mekanisme pelaporan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 55 dan Pasal 56 diatur lebih lanjut oleh Keputusan Menteri.

Bagian Kelima

Penanggulangan dan Pemulihan

Pasal 58

(1) Penghasil, pengumpul, pemanfaat, pengangkut, pengolah dan penimbun limbah B3 bertanggung jawab atas penanggulangan kecelakaan dan pencemaran lingkungan hidup akibat lepas atau tumpahnya limbah B3 yang menjadi tanggung jawabnya.

(2) Penghasil, pengumpul, pengangkut, pemanfaat, pengolah, dan penimbun limbah B3 wajib memilikisistem tanggap darurat.

(3) Penanggung jawab pengelolaan limbah B3 wajib memberikan informasi tentang sistem tanggapdarurat sebagaimana dimaksud pada ayat (2) kepada masyarakat.

(4) Penghasil dan/atau pengumpul dan/atau pengangkut dan/atau pengolah dan/atau pemanfaat dan/ataupenimbun limbah B3 wajib segera melaporkan tumpahnya bahan berbahaya dan beracun (B3) dan limbahB3 ke lingkungan kepada instansi yang bertanggung jawab dan/atau Gubernur Kepala Daerah Tingkat Idan/atau Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II.

(5) Ketentuan lebih lanjut mengenai penanggulangan kecelakaan dan pencemaran sebagaimanadimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala instansi yang bertanggung jawab.

Bagian Keenam

Pengawasan Penanggulangan Kecelakaan

Pasal 59

(1) Pelaksanaan pengawasan penanggulangan kecelakaan di daerah dilakukan oleh Pemerintah Daerah Tingkat II untuk skala yang bisa ditanggulangi oleh kegiatan penghasil dan/atau pengumpul dan/atau pengangkut dan/atau pengolah dan/atau pemanfaat dan/atau penimbun.

(2) Pelaksanaan pengawasan penanggulangan kecelakaan untuk skala yang tidak dapat ditanggulangioleh Pemerintah Daerah Tingkat II, maka Pemerintah Daerah Tingkat I dan Pemerintah Daerah Tingkat IIsecara bersama-sama melakukan pengawasan.

(3) Pelaksanaan penanggulangan kecelakaan pada penghasil dan/atau pengumpul dan/atau pengangkutdan/atau pengolah dan/atau pemanfaat dan/atau penimbun yang dampaknya sangat besar sehinggamencakup dua wilayah

daerah tingkat II pengawasannya dilakukan secara bersama-sama olehPemerintah Daerah Tingkat II dan Pemerintah Daerah Tingkat I.

(4) Pelaksanaan penanggulangan kecelakaan pada penghasil dan/atau pengumpul dan/atau pengangkutdan/atau pengolah dan/atau pemanfaat dan/atau penimbun yang dampaknya sangat besar sehinggaPemerintah Daerah Tingkat II tidak bisa mengawasi pengawasannya dilakukan oleh instansi yangbertanggung jawab bersama-sama dengan Pemerintah Daerah Tingkat II dan Pemerintah Daerah TingkatI.

Pasal 60

(1) Penghasil, pengumpul, pemanfaat, pengangkut, pengolah dan penimbun limbah B3 wajib segera menanggulangi pencemaran atau kerusakan lingkungan akibat kegiatannya.

(2) Apabila penghasil, pemanfaat, pengumpul, pengangkut, pengolah dan penimbun limbah B3 tidakmelakukan penanggulangan sebagai-mana dimaksud pada ayat (1), atau tidak dapat menanggulangisebagaimana mestinya, maka instansi yang bertanggung jawab dapat melakukan penanggulangandengan biaya yang dibebankan kepada penghasil, dan/atau pemanfaat, dan/atau pengumpul, dan/ataupengangkut, dan/atau pengolah, dan/atau penimbun limbah B3 yang bersangkutan melalui GubernurKepala Daerah Tingkat I.

Bagian keenam

Pembiayaan

Pasal 61

(1) Segala biaya untuk memperoleh izin dan rekomendasi pengelolaan limbah B3 dibebankan kepada pemohon izin.

(2) Beban biaya permohonan izin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi biaya studi kelayakan teknis untuk proses perizinan.

(3) Untuk pemantauan dan/atau pengawasan pengelolaan limbah B3 yang dilakukan oleh :

a. instansi yang bertanggung jawab dibebankan pada Anggaran Pendapatan Belanja Negara(APBN);

b. instansi yang bertanggung jawab daerah dibebankan pada Anggaran Pendapatan BelanjaDaerah (APBD).

(4) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata laksana sebagaimana dimaksud pada ayat (2) ditetapkan olehKepala instansi yang bertanggung jawab.

BAB VI

SANKSI

Pasal 62

(1) Instansi yang bertanggung jawab memberikan peringatan tertulis kepada penghasil, pengumpul,pengangkut, pemanfaat, pengolah atau penimbun yang melanggar ketentuan Pasal 3, Pasal 4, Pasal 9, Pasal 10, Pasal 11, Pasal 12, Pasal 13, Pasal 14, Pasal 15, Pasal 16, Pasal 17, Pasal 18, Pasal 19, Pasal 20, Pasal 21, Pasal 22, Pasal 23, Pasal 24, Pasal 25, Pasal 26, Pasal 28, Pasal 29 Pasal 30, Pasal 31, Pasal 32, Pasal 33, Pasal 34, Pasal 35, Pasal 36, Pasal 37, Pasal 38, Pasal 39, Pasal 40, Pasal 42, Pasal 43, Pasal 49, Pasal 52 ayat (2), Pasal 58, dan Pasal 60.

(2) Apabila dalam jangka waktu 15 (lima belas) hari sejak dikeluarkan-nya peringatan tertulissebagaimana dimaksud pada ayat (1) pihak yang diberi peringatan tidak mengindahkan peringatanatau tetap tidak mematuhi ketentuan pasal yang dilanggarnya, maka Kepala instansi yangbertanggung jawab dapat menghentikan sementara atau mencabut sementara izin penyimpanan,pengumpulan, pengolahantermasuk penimbunan limbah B3 sampai pihak yang diberi peringatan mematuhi ketentuan yangdilanggarnya, dan bilamana dalam batas waktu yang ditetapkan tidak diindahkan maka izin operasidicabut.

(3) Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II dapat menghenti-kan sementara kegiatan operasiatas nama instansi yang berwenang dan/atau instansi yang bertanggung jawab apabila pelanggarantersebut dapat membahayakan lingkungan hidup.

(4) Kepala instansi yang bertanggung jawab wajib dengan segera mencabut keputusan penghentiankegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dan ayat (3) apabila pihak yang dihentikan sementarakegiatan operasinya telah mematuhi ketentuan yang dilanggarnya.

Pasal 63

Barangsiapa yang melanggar ketentuan Pasal 3, Pasal 4, Pasal 9, Pasal 10, Pasal 14, Pasal 15, Pasal 19, Pasal 20, Pasal 29, Pasal 30, Pasal 32, Pasal 34, Pasal 36, Pasal 37, Pasal 39 dan Pasal 60 yang mengakibatkan dan/atau dapat menimbulkan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup diancam dengan pidana sebagaimana diatur pada Pasal 41, Pasal 42, Pasal 43, Pasal 44, Pasal 45, Pasal 46, dan Pasal 47 Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.

BAB VII

KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 64

(1) Apabila pada saat mulai berlakunya Peraturan Pemerintah ini telah dilakukan pengelolaan dan/atau pembuangan dan/atau penimbunan limbah B3 yang tidak memenuhi syarat sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Pemerintah ini, maka setiap orang atau badan usaha yang menghasilkan, mengumpulkan, mengangkut, mengolah atau menimbun limbah B3 baik masing-masing maupun bersama-sama secara proporsional wajib melakukan pembersihan dan/atau pemulihan lingkungan dalam jangka waktu selambat-lambatnya 1 (satu) tahun.

(2) Apabila orang atau badan usaha yang menghasilkan, mengumpul-kan, mengangkut, mengolah danmenimbun limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tidak melakukan pembersihan danpemulihan lingkungan maka instansi yang bertanggung jawab dapat melakukan atau meminta pihakketiga melakukan pembersihan dan pemulihan lingkungan dengan biaya yang dibebankan kepadaorang atau badan usaha yang menghasilkan, mengumpulkan, mengangkut, mengolah dan menimbunlimbah B3 baik secara sendiri maupun bersama-sama secara proporsional.

(3) Bagi kegiatan yang memanfaatkan limbah B3 dari luar negeri dan telah memiliki izin hanya dapatmelakukan impor limbah B3 sebagai bahan baku sampai dengan Bulan September 2002.

Pasal 65

Setiap orang atau badan usaha yang sudah melakukan kegiatan penyimpanan, pengumpulan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan pada saat berlakunya Peraturan Pemerintah ini wajib meminta izin sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 selambat-lambatnya dalam waktu 1 (satu) tahun sejak saat berlakunya Peraturan Pemerintah ini.

BAB VIII

KETENTUAN PENUTUP

Pasal 66

Dengan berlakunya Peraturan Pemerintah ini maka Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 tentangPengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Tahun 1994 Nomor 26, Tambahan Lembaran Negara 3551 yang telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 1995 tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Tahun 1995 Nomor 24, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3595) dinyatakan tidak berlaku lagi dan mengacu kepada Peraturan Pemerintah ini.

Pasal 67

Peraturan Pemerintah ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan. Agar setiap orang mengetahuinya memerintahkan pengundangan Peraturan Pemerintah ini dengan penempatannya dalam Lembaran Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 27 Pebruari 1999
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd.
BACHARUDDIN JUSUF HABIBIE

Diundangkan di Jakarta
pada tanggal 27 Pebruari 1999
MENTERI NEGARA SEKRETARIS NEGARA
REPUBLIK INDONESIA

ttd.

AKBAR TANDJUNG

LEMBARAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 1999 NOMOR 31

Menteri Perdagangan Republik Indonesia

PERATURAN MENTERI PERDAGANGAN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR : 39/M-DAG/PER/9/2009

TENTANG

KETENTUAN IMPOR

LIMBAH NON BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (NON B3)

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PERDAGANGAN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang :

a. bahwa industri tertentu di dalam negeri masih menggunakan limbah non bahan berbahaya dan beracun (non B3) sebagai bahan baku dan/atau bahan penolong untuk kebutuhan proses produksinya;

b. bahwa ketersediaan limbah non B3 sebagai bahan baku dan/atau bahan penolong yang diperlukan untuk kebutuhan proses produksi industri tertentu tidak dapat diperoleh sepenuhnya dari sumber di dalam negeri, sehingga perlu dilakukan pengadaan tambahan dari sumber di luar negeri;

c. bahwa pengadaan limbah non B3 sebagai bahan baku dan/atau bahan penolong dari sumber di luar negeri harus tetap memperhatikan upaya perlindungan lingkungan hidup di dalam negeri, sehingga importasinya perlu dilakukan secara terkendali dan terbatas;

d. bahwa dalam rangka menjamin ketersediaan bahan baku untuk industri tertentu di dalam negeri tanpa mengurangi efektifitas pengawasan impor limbah non B3, perlu diatur kembali ketentuan mengenai impor limbah non B3;

e. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, huruf c, dan huruf d, perlu ditetapkan Peraturan Menteri Perdagangan;

Mengingat :

1. *Bedrijfsreglementerings Ordonnantie* 1934 (*Staatsblad* Tahun 1938 Nomor 86);
2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3274);
3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1994 tentang Pengesahan *Agreement Establishing The World Trade Organization* (Persetujuan Pembentukan Organisasi Perdagangan Dunia) (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1994 Nomor 57, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3564);
4. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1995 tentang Kepabeanan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1995 Nomor 75, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3612) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2006 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 93, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4661);
5. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang PengelolaanLingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik IndonesiaTahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3699);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LembaranNegara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 31, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3815) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 190, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3910);
7. Keputusan Presiden Nomor 260 Tahun 1967 tentang Penegasan Tugas Dan Tanggung Jawab Menteri Perdagangan Dalam Bidang Perdagangan Luar Negeri;
8. Keputusan Presiden Nomor 61 Tahun 1993 tentang Pengesahan *Basel Convention on The Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal* (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1993 Nomor 62);

9. Keputusan Presiden Nomor 187/M Tahun 2004 tentang Pembentukan Kabinet Indonesia Bersatu sebagaimana telah diubah beberapa kali dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 171/M Tahun 2005;
10. Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2005 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Kementerian Negara Republik Indonesia sebagaimana telah diubah beberapa kali dengan Peraturan Presiden Nomor 20 Tahun 2008;
11. Peraturan Presiden Nomor 10 Tahun 2005 tentang Unit Organisasi Dan Tugas Eselon I Kementerian Negara Republik Indonesia, sebagaimana telah diubah beberapa kali dengan Peraturan Presiden Nomor 50 Tahun 2008; Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 229/MPP/Kep/7/1997 tentang Ketentuan Umum Di Bidang Impor;
12. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 520/MPP/Kep/8/2003 tentang Larangan Impor Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3);
13. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 01/M-DAG/PER/3/2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja Departemen Perdagangan sebagaimana telah diubah beberapa kali dengan Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 24/M-DAG/PER/6/2009;
14. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 31/M-DAG/PER/7/2007 tentang Angka Pengenal Importir (API);

MEMUTUSKAN :

Menetapkan :

PERATURAN MENTERI PERDAGANGAN TENTANG KETENTUAN IMPOR LIMBAH NON BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (NON B3).

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun, selanjutnya disebutLimbah Non B3, adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan berupasisa, skrap atau reja yang tidak termasuk dalam klasifikasi/kategorilimbah bahan berbahaya dan beracun.
2. Sisa adalah produk yang belum habis terpakai dalam prosesproduksi atau barang, yang masih mempunyai karakteristik yangsama namun fungsinya telah berubah dari barang aslinya.
3. Skrap adalah barang yang terdiri dari komponen-komponen yangsejenis atau tidak, yang terurai dari bentuk aslinya dan fungsinyatidak sama dengan barang aslinya.
4. Reja adalah barang dalam bentuk terpotong-potong dan masihbersifat sama dengan barang aslinya namun fungsinya tidaksama dengan barang aslinya.
5. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, selanjutnya disebutLimbah B3 adalah setiap limbah yang mengandung bahanberbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/ataukonsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsungmaupun tidak langsung dapat merusak dan/atau mencemarkanlingkungan hidup dan/atau dapat membahayakan kesehatanmanusia.
6. Importir Produsen Limbah Non B3, selanjutnya disebut IP LimbahNon B3, adalah perusahaan yang melakukan kegiatan usahaindustri yang disetujui untuk mengimpor sendiri Limbah Non B3yang diperlukan semata-mata untuk proses produksi dariindustrinya dan tidak boleh diperdagangkan dan/ataudipindahtangankan kepada pihak lain.

7. Eksportir Limbah Non B3 adalah perusahaan di negara dimanaLimbah Non B3 dihasilkan dan/atau dikapalkan yang melakukanpengiriman Limbah Non B3 ke Indonesia.
8. Surveyor adalah perusahaan survey yang melakukan verifikasi ataupenelusuran teknis impor Limbah Non B3.
9. Rekomendasi adalah surat yang diterbitkan oleh pejabatinstansi/unit kerja terkait yang berwenang memberikanpertimbangan teknis sebagai dasar dalam penerbitan Pengakuansebagai IP Limbah Non B3.
10. Menteri adalah Menteri yang tugas dan tanggung jawabnya dibidang Perdagangan.
11. Direktur Jenderal adalah Direktur Jenderal Perdagangan LuarNegeri Departemen Perdagangan.

Pasal 2

1. Limbah Non B3 yang dapat diimpor hanya berupa Sisa, Skrap atauReja yang digunakan untuk bahan baku dan/atau bahan penolongindustri.
2. Limbah Non B3 yang dapat diimpor sebagaimana dimaksud padaayat (1), tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidakterpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 3

1. Limbah Non B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 hanyadapat diimpor oleh perusahaan yang melakukan kegiatan usahaindustri dan telah mendapat Pengakuan sebagai IP Limbah NonB3 dari Direktur Jenderal.
2. Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 sebagaimana dimaksudpada ayat (1) paling sedikit memuat jumlah dan jenis Limbah NonB3 yang dapat diimpor oleh IP Limbah Non B3 beserta ketentuanteknis pelaksanaan importasinya.

Pasal 4

1. Permohonan untuk mendapatkan Pengakuan sebagai IP LimbahNon B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) harusdiajukan secara tertulis kepada Direktur Jenderal denganmelampirkan dokumen:
   a. fotokopi Izin Usaha Industri/Tanda Daftar Industri daridepartemen/instansi teknis;
   b. fotokopi Tanda Daftar Perusahaan (TDP);

c. fotokopi Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP);
d. Angka Pengenal Importir Produsen (API-P) atau AngkaPengenal Importir Terbatas (API-T);
e. fotokopi Nomor Identitas Kepabeanan (NIK);
f. Rekomendasi Direktur Jenderal Industri Logam, Mesin, Tekstildan Aneka (ILMTA) atau Direktur Jenderal Industri Agro danKimia (IAK), Departemen Perindustrian; dan
g. Rekomendasi Deputi Bidang Pengelolaan Bahan Berbahayadan Beracun dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun,Kementerian Negara Lingkungan Hidup.

2. Direktur Jenderal menerbitkan Pengakuan sebagai IP Limbah NonB3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling lama dalam waktu7 (tujuh) hari kerja terhitung sejak permohonan diterima secaralengkap dan benar.

Pasal 5

1. Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 yang diterbitkanberdasarkan ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4ayat (2) berlaku selama 1 (satu) tahun dan dapat diperpanjang.
2. Perpanjangan Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 dapatdilakukan sebelum berakhirnya masa berlaku IP Limbah Non B3sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dalam hal Limbah Non B3yang disetujui untuk diimpor telah direalisasikan seluruhnya.
3. Permohonan perpanjangan Pengakuan sebagai IP Limbah NonB3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diajukan secara tertuliskepada Direktur Jenderal dengan melampirkan dokumendokumensebagai berikut :
   a. Rekomendasi dari Direktur Jenderal Industri Logam, Mesin,Tekstil dan Aneka (ILMTA) atau Direktur Jenderal Industri AgroKimia (IAK), Departemen Perindustrian;
   b. Rekomendasi dari Deputi Bidang Pengelolaan BahanBerbahaya dan Beracun dan Limbah Bahan Berbahaya danBeracun, Kementerian Negara Lingkungan Hidup;
   c. Asli Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 yang telah habismasa berlakunya; dan

d. Perubahan atas dokumen sebagaimana dimaksud dalamPasal 4 ayat (1) huruf a, b, c, d dan e.

Pasal 6

1. Setiap pelaksanaan impor Limbah Non B3 oleh IP Limbah NonB3 wajib dilengkapi Surat Pernyataan dari Eksportir Limbah NonB3, yang menyatakan bahwa:
   a. limbah yang diekspor bukan merupakan Limbah B3; dan
   b. bersedia bertanggung-jawab dan menerima kembali LimbahNon B3 yang telah diekspornya apabila Limbah Non B3tersebut terbukti sebagai Limbah B3.
2. Dalam hal Limbah Non B3 yang diimpor sebagian atauseluruhnya terbukti sebagai Limbah B3 sebagaimana dimaksudpada ayat (1) huruf b, Limbah Non B3 dimaksud wajib dikirimkembali oleh IP Limbah Non B3 paling lama 90 (sembilan puluh)hari sejak kedatangan barang berdasarkan dokumen kepabeananyang berlaku.

Pasal 7

1. IP Limbah Non B3 wajib menyampaikan laporan tertulis baikmelakukan maupun tidak melakukan impor Limbah Non B3 setiap3 (tiga) bulan sekali paling lambat pada tanggal 15 bulanberikutnya.
2. Laporan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disampaikanmelalui http://inatrade.depdag.go.id.
3. Bentuk laporan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantumdalam Lampiran II yang merupakan bagian yang tidak terpisahkandari Peraturan Menteri ini.

Pasal 8

1. Setiap importasi Limbah Non B3 oleh IP Limbah Non B3 wajibdilakukan verifikasi atau penelusuran teknis di negara muatsebelum dikapalkan.
2. Pelaksanaan verifikasi atau penelusuran teknis sebagaimanadimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh Surveyor yang telahmemenuhi persyaratan teknis, dan ditetapkan oleh Menteri.
3. Persyaratan teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (2) sebagaiberikut:
   a. memiliki Surat Izin Usaha Jasa Survey (SIUJS);

b. berpengalaman sebagai surveyor minimal 5 (lima) tahun;
c. memiliki cabang atau perwakilan dan/atau afiliasi di luarnegeri dan memiliki jaringan sistem informasi untukmendukung efektifitas pelayanan verifikasi; dan
d. mempunyai rekam-jejak (*track records*) di bidang pengelolaankegiatan verifikasi impor.

4. Ruang lingkup pelaksanaan verifikasi atau penelusuran teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (1), mencakup:
   a. identitas (nama dan alamat) importir dan eksportir denganbenar dan jelas;
   b. nomor dan tanggal Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3;
   c. jumlah/volume atau berat, jenis dan spesifikasi, serta nomorpos tarif/HS Limbah Non B3 yang diimpor;
   d. keterangan waktu dan negara pengekspor/pelabuhan muatLimbah Non B3 yang diimpor;
   e. keterangan tempat atau pelabuhan tujuan bongkar LimbahNon B3 yang diimpor;
   f. keterangan dari eksportir berupa Surat Pernyataansebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1); dan
   g. keterangan lain apabila diperlukan.
5. Surveyor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dalammelaksanakan kegiatan verifikasi atau penelusuran teknis dapatmelakukan kerjasama dengan surveyor yang berada di luar negeri.
6. Hasil verifikasi atau penelusuran teknis berdasarkan ruang lingkupsebagaimana dimaksud pada ayat (4) dituangkan dalam bentukLaporan Surveyor (LS) untuk digunakan sebagai dokumenpelengkap pabean dalam penyelesaian kepabeanan di bidangimpor.
7. Dalam hal Limbah Non B3 dalam bentuk curah (bulk) akan dialihkapalkan di pelabuhan transit, wajib dilakukan verifikasi ataupenelusuran teknis ulang pada saat Limbah Non B3 akan dimuatkembali ke kapal.
8. Surveyor memungut imbalan jasa dari importir atas pelaksanaanverifikasi atau penelusuran teknis sebagaimana dimaksud padaayat (1) yang nilainya ditentukan dengan memperhatikan azasmanfaat.

9. Surveyor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajibmenyampaikan laporan mengenai kegiatan verifikasi ataupenelusuran teknis secara tertulis kepada Direktur Jenderal setiapbulan pada tanggal 15 (lima belas) bulan berikutnya.

Pasal 9

Surveyor wajib bertanggung jawab terhadap hasil verifikasi atau penelusuran teknis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (6) sesuai dengan ketentuan yang lazim berlaku di bidang usaha jasa survey.

Pasal 10

1. Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 dibekukan apabila IPLimbah Non B3 yang bersangkutan tidak melaksanakankewajiban menyampaikan laporan sebagaimana dimaksud dalamPasal 7 ayat (1).
2. Pembekuan Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 sebagaimanadimaksud pada ayat (1) dapat diaktifkan kembali dalam waktu 1(satu) bulan sejak IP Limbah Non B3 yang bersangkutan telahmelaksanakan kewajiban menyampaikan laporan.
3. Pembekuan dan pengaktifan kembali Pengakuan sebagai IPLimbah Non B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat(2) dilakukan oleh Direktur Jenderal.

Pasal 11

1. Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 dicabut apabila IP LimbahNon B3 yang bersangkutan :
   a. mengubah, menambah dan/atau mengganti isi yang tercantumdalam dokumen Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3;
   b. mengubah, menambah dan/atau mengganti isi yangtercantum dalam Surat Pernyataan dari eksportir;
   c. tidak melaksanakan kewajiban pengiriman kembali LimbahNon B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2);
   d. melakukan penjualan atau pemindahtanganan Limbah Non B3yang diimpor kepada pihak lain; dan/atau
   e. dinyatakan bersalah oleh pengadilan atas tindak pidana yangberkaitan dengan penyalahgunaan Pengakuan sebagai IPLimbah Non B3.

2. Pencabutan Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 sebagaimanadimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Direktur Jenderal.
3. Pemilik IP Limbah Non B3 yang terkena sanksi pencabutansebagaimana dimaksud pada ayat (2) hanya dapat mengajukanpermohonan untuk memperoleh Pengakuan sebagai IP LimbahNon B3 kembali setelah 1 (satu) tahun terhitung sejakpencabutan Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 ditetapkan.

Pasal 12

1. Pelanggaran oleh Surveyor terhadap ketentuan dalam Pasal 8ayat (9) dikenakan sanksi administratif berupa pencabutanpenunjukan sebagai Surveyor.
2. Pencabutan penunjukan sebagaimana dimaksud pada ayat (1)didahului dengan peringatan tertulis sebanyak 3 (tiga) kali dalamtenggang waktu masing-masing 10 (sepuluh) hari.

Pasal 13

Importir yang mengimpor Limbah Non B3 tidak sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri ini dikenakan sanksi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 14

1. Dalam rangka pelaksanaan Peraturan Menteri ini, Menteriberkoordinasi dengan Menteri teknis terkait untuk membentuk SatuanTugas penanganan permasalahan importasi Limbah Non B3.
2. Direktur Jenderal dapat membentuk Tim Pengawasan dalamrangka evaluasi dan monitoring pelaksanaan importasi LimbahNon B3 oleh IP Limbah Non B3.

Pasal 15

Ketentuan lebih lanjut dari Peraturan Menteri ini dapat diatur oleh Direktur Jenderal.

Pasal 16

Pada saat Peraturan Menteri ini mulai berlaku, Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 58/M-DAG/PER/12/2009 tentang Ketentuan Impor Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun (Non B3) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan

Menteri Perdagangan Nomor 26/M-DAG/PER/6/2009 dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 17

Pengakuan sebagai IP Limbah Non B3 yang telah diterbitkan berdasarkan:

a. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor230/MPP/Kep/7/1997 tentang Barang Yang Diatur Tata NiagaImpornya dan Keputusan Menteri Perindustrian dan PerdaganganNomor 231/MPP/Kep/7/1997 tentang Prosedur Impor Limbah;
b. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 41/M-DAG/PER/10/2008tentang Ketentuan Impor Limbah Non Bahan Berbahaya danBeracun (Non B3); dan
c. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 58/M-DAG/PER/12/2009tentang Ketentuan Impor Limbah Non Bahan Berbahaya danBeracun (Non B3) sebagaimana telah diubah dengan PeraturanMenteri Perdagangan Nomor 26/M-DAG/PER/6/2009,dinyatakan tetap berlaku sampai dengan berakhirnya masa berlakuIP Limbah Non B3 tersebut.

Pasal 18

1. Untuk impor Limbah Non B3 sebagaimana tercantum dalamnomor urut 1 sampai dengan 5 dalam Lampiran I PeraturanMenteri ini, Laporan Surveyor (LS) yang diterbitkan oleh PT.Surveyor Indonesia (PT. SI) dan PT. Superintending Company ofIndonesia (PT. SUCOFINDO) atau surveyor lainnya yangmemenuhi persyaratan teknis, berlaku sampai dengan tanggal31 Desember 2009.
2. Untuk impor Limbah Non B3 sebagaimana tercantum dalamnomor urut 6 sampai dengan 63 dalam Lampiran I PeraturanMenteri ini, Laporan Surveyor (LS) yang diterbitkan olehsurveyor yang ditunjuk oleh IP Limbah Non B3, berlaku sampaidengan tanggal 31 Desember 2009.
3. Laporan Surveyor (LS) sebagaimana dimaksud pada ayat (1) danayat (2) dibuktikan dengan dokumen pabean berupa manifest(BC.1.1).
4. Laporan Surveyor (LS) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8ayat (6) berlaku mulai tanggal 1 Januari 2010.

Pasal 19

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan. Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Menteri ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 2 September 2009
MENTERI PERDAGANGAN R.I.,
ttd
MARI ELKA PANGESTU

Salinan sesuai dengan aslinya
Sekretariat Jenderal
Departemen Perdagangan
Kepala Biro Hukum,
ttd
WIDODO